

630.5
CIE
22:1-2 1991

Q.

ciência agrônômica

Volume 22 • Número 1/2 • 1991

Universidade Federal do Ceará
Centro de Ciências Agrárias



Fortaleza Ceará Brasil

CIÊNCIA AGRONÔMICA

Periódico do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará

EDITOR

JOSÉ JACKSON L. ALBUQUERQUE

CONSELHO DE PUBLICAÇÃO

ANTONIO FERNANDO LORDELO OLITTA (ESALQ-USP)
DILSON TEIXEIRA COELHO (UFV-MG)
JOÃO BOSCO PITOMBEIRA (UFC)
JOÃO PRATAGIL PEREIRA DE ARAÚJO (EMBRAPA-CNPq)
JOSÉ EUCLIDES ALHADAS CAVALCANTI (UFMG)
JORGE FALCÃO PAREDES (UFBA)
NATAL ANTONIO VELLO (ESALQ-USP)
NARENDRA NARAIN (UFPb)
REGINALDO BARROS (UFPE)
YONY DE SÁ BARRETO SAMPAIO (UFPE)

REDAÇÃO E ADMINISTRAÇÃO

Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará
Av. Mister Hull, s/n - Caixa Postal 12.168 - 60355 - Fortaleza - Ceará - Brasil

IMPRESSO NO BRASIL/PRINTED IN BRAZIL

SUMÁRIO

EFEITO DE NÍVEIS DE FOSFATO DE ROCHA E DA INOCULAÇÃO DE <i>Rhizobium</i> sp. E <i>Glomus macrocarpum</i> TUL. & SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA JUREMA-PRETA, <i>Mimosa acutistipula</i> BENTH - Rogério T. Almeida, Illo Vasconcelos e Vânia F. Fríre	1 — 5
ESTUDO COMPARATIVO DO USO DE RAÇÕES SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA EM PISCICULTURA - Patrícia R. C. Pinheiro e Jorge J. H. Monteiro.....	7 — 15
PLANTAS FORRAGEIRAS XERÓFILAS-I FAVELEIRA INERME, <i>Cnidioscolus phyllacanthus</i> (Mart.) Pax & K. Hoffm., NO SEMI-ÁRIDO CEARENSE - Obed J. Viana e Maria Socorro S. Carneiro.....	17 — 21
PLANTAS FORRAGEIRAS XERÓFILAS - II - LEUCENA, (<i>Leucaena leucocephala</i>) (Lam.) de Wit., NO SEMI-ÁRIDO CEARENSE - Obed J. Viana e Maria Socorro S. Carneiro	23 — 27
IDENTIFICAÇÃO MINERALÓGICA DAS FRAÇÕES AREIA E ARGILA DOS SOLOS ALUVIAIS DO PERÍMETRO K DO PROJETO DE IRRIGAÇÃO DE MORADA NOVA, CEARÁ - Fernando F. H. Ferreyra e Fátima R. Silva.....	29 — 37
ESTUDO DO COMPORTAMENTO DO CULTIVAR VALENCIANO AMARELO DE MELÃO (<i>Cucumis melo</i> L.) SUBMETIDO A DIFERENTES ESTRESSES HÍDRICOS INICIAIS - Eunice M. Andrade, Omar J. Pereira, Hermano G. Oliveira e J. Wellington L. Pereira	39 — 42
COMPOSIÇÃO PERCENTUAL DOS ÁCIDOS GRAXOS DA FRAÇÃO LIPÍDICA DA AMÊNDOA DA CASTANHA DE DIFERENTES CLONES DE CAJU (<i>Anacardium occidentale</i> L.) - Men de Sá S. Filho, Geraldo A. Mala, Luciano F. F. Holanda, Humberto F. Oriá, Gerardo S. F. Oliveira e Raimundo W. Figueiredo.....	43 — 46
RESPOSTA DE CULTIVARES DE AMENDOIM A CICLOS DE DEFICIÊNCIA HÍDRICA: CRESCIMENTO VEGETATIVO, REPRODUTIVO E RELAÇÃO HÍDRICAS - Francisco José A. F. Távora e Francisco I. O. Melo.....	47 — 60
PROPAGAÇÃO DE INHAME (<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott) PELO MÉTODO DE DIVISÃO DE RIZOMAS - Édson Ferreira de Carvalho.....	61 — 66
PROCEDIMENTO PARA O CONTROLE DO MINADOR DO CAUPI COM AGROTÓXICOS - José Higino R. Santos, José Maria A. Alves, J. Nunes Pinheiro, Jaeger H. Pinho e Silvana P. Mendes	67 — 70
INFLUÊNCIA DO "MOSQUITO" DO ALGODOEIRO, <i>Gargaphis torres</i> LIMA, 1992 (HEMIPTERA, TINGIDAE), SOBRE A PRODUÇÃO DO ALGODOEIRO ANUAL - Francisco V. Vieira, José Higino R. Santos, Irlanda T. Lima e Pedro Eymard F. Castro.....	71 — 76
CULTIVO DO HÍBRIDO TAMBAQUI, <i>Colossoma macropomum</i> CUVIER, 1818, COM A PIRAPITINGA, <i>C. brachypomum</i> CUVIER, 1818, NA DENSIDADE DE 5.000 PEIXES/HA - Maria H. P. Pinheiro, J. William B. e Silva, Maria Inês da S. Nobre e F. Ari Pinheiro.....	77 — 87
ABSORÇÃO E UTILIZAÇÃO DE NITROGÊNIO EM PLANTA DE SORGO CULTIVADO EM SOLUÇÃO NUTRITIVA - Vera Lúcia B. Fernandes, Luiz Alfredo P. Nunes, Maurício M. Filho, Valdemar L. de Sousa e Mário B. Fernandes.....	89 — 96
DANOS OCASIONADOS POR UM POTYVIRUS EM <i>Clitoria ternatea</i> L. E SUA TRANSMISSIBILIDADE POR FERRAMENTAS DE CORTE - M. I. Florindo e J. Albérico A. Lima	97 — 102
LÂMINA ARMAZENADA MÁXIMA NA DETERMINAÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO REAL ATRAVÉS DA EQUAÇÃO DA LEI DA CONSERVAÇÃO DAS MASSAS. ESTUDO DE CASOS: MILHO E ALGODÃO - Luís Carlos Uchôa Saunders.....	103 — 113
EXTRAÇÃO DE NUTRIENTES EM BANANA (<i>MUSA</i> sp.) cv. PACOVAN - Ricardo Luz L. Neves, Fernando F. H. Ferreyra, Raimundo F. P. Maciel e José Nelson E. Frota	115 — 120

OCORRÊNCIA DA PODRIDÃO APICAL EM FRUTOS DE MELANCIA SUBMETIDOS A DIFERENTES PERÍODOS DE DEFICIÊNCIA HÍDRICA NO SOLO - Áureo S. Oliveira, Moisés C. Saraiva Leão, Hermano G. de Oliveira e Omar J. Pereira	121 — 125
MANEJO COMPUTADORIZADO DA IRRIGAÇÃO UTILIZANDO O PROGRAMA "CROPWAT" DA FAO: ESTUDO DE CASO DE HÍBRIDOS DE MILHO (<i>Zea mays</i> L.) NO VALE DO CURU - CEARÁ BRASIL - Francisco de Souza	127 — 140
ESTUDOS DE PARÂMETROS PARA AVALIAÇÃO DE IRRIGAÇÃO POR SULCOS ABERTOS EM DECLIVE UTILIZANDO UM MODELO ALGÉBRICO - Roberto Vieira Pordeus e Francisco de Souza	141 — 154
RESULTADOS ECONÔMICOS DA CRIAÇÃO DE MARRECOS DE PEQUIM (<i>Anas platyrinchos</i> <i>Platyrrinchos</i> Linnaeus, 1758) CONSORCIADOS COM CARPA COMUM (<i>Cyprinus carpio</i> L. 1758 vr. communis) NO VALE DO CURU - PENTECOSTE, CEARÁ-BRASIL - Moisés Almeida de Oliveira, Marcos Augusto Esteves Araripe e Agenor M. Saunders.....	155 — 161
ESTUDO DA DISTRIBUIÇÃO DE FERTILIZANTES EM UM SISTEMA DE MICROASPERSÃO UTILIZANDO INJEÇÃO COM TUBOS DE PILOT - Moisés Custódio Saraiva Leo, Lindbergue Araújo Crisóstomo e Francisco José de Seixas Santos.....	163 — 168
DIMENSIONAMENTO DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO POR SULCOS ABERTOS EM DECLIVE PARA O VALE DO JAGUARIBE APLICANDO O MÉTODO DO SCS - Johnny Aguilar Rodrigues e Francisco de Souza	169 — 178

Ciência Agronômica, v. 1 - ; 1971
Fortaleza, Edições UFC, 1991
v.semestral

Órgão oficial do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará

1. Agronomia - periódico I. Universidade Federal do Ceará. Centro de Ciências Agrárias.

CDU:631 (05)
CDD:631.05

CIÊNCIA AGRONÔMICA

VOLUME 22

June/December 1991

NUMBER 1/2

CONTENTS

INTERACTION AMONG <i>Glomus macrocarpum</i> TUL. & TUL., <i>Rhizobium</i> sp. AND LEVELS OF ROCK PHOSPHATE ON GROWTH OF JUREMA-PRETA, Mimosa, <i>Mimosa acutistipula</i> BENTH - Rogério T. Almeida, Illo Vasconcelos e Vânia F. Frire	1 — 5
COMPARATIVE STUDY OF THE EFFECT OF FISH FOOD TO THE WATER QUALITY CONTROL - Patrícia R. C. Pinheiro e Jorge J. H. Monteiro	7 — 15
XEROPHILES FORRAGE PLANTS - I FAVELEIRA WITHOUT THOR <i>Cnidoscopus phyllacanthus</i> (Mart.) Pax & K. Hoffm., IN SEMI ARID CEARÁ - Obed J. Viana e Maria Socorro S. Carneiro	17 — 21
XEROPHILES FORRAGE PLANTS - II - LEUCAENA, (<i>Leucaena leucocephala</i>) (Lam.) de Wit., IN SEMI ARID CEARÁ - Obed J. Viana e Maria Socorro S. Carneiro	23 — 27
MINERALOGICAL IDENTIFICATION OF SAND AND CLAY FRACTION IN ALUVIAL SOIL OF IRRIGATION AREA IN MORADA NOVA, CEARÁ - Fernando F. H. Ferreyra e Fátima R. Silva	29 — 37
BEHAVIOR OF THE CULTIVAR YELLOW MELON AT FOUR DIFERENTS MOISTURE STRESSES - Eunice M. Andrade, Omar J. Pereira, Hermano G. Oliveira e J. Wellington L. Pereira	39 — 42
CENTESIMAL COMPOSITION OF OIL FATTY ACID AND LIPID FRACTION OF THE KERNEL OF CASHEW NUTS - Men de Sá S. Filho, Geraldo A. Mala, Luciano F. F. Holanda, Humberto F. Oriá, Gerardo S. F. Oliveira e Raimundo W. Figueiredo	43 — 46
RESPONSE OF PEANUT CULTIVAR TO SEVERAL CYCLES OF DROUGHT STRESS - Francisco José A. F. Távora e Francisco I. O. Melo	47 — 60
VEGETATIVE PROPAGATIO OF TARO (<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott) - Édson Ferreira de Carvalho	61 — 66
CONTROL OF MINER OF COWPEA WITH PESTICIDES - José Higino R. Santos, José Maria A. Alves, J. Nunes Pinheiro, Jaeger H. Pinho e Silvana P. Mendes	67 — 70
DAMAGE OF GARGAPHIA TORRESI LIMA, <i>Himiptera</i> , <i>Tingidae</i> IN COTTON PLANTS (<i>Glossyplum hirsutum</i> L.) - Francisco V. Vieira, José Higino R. Santos, Irlanda T. Lima e Pedro Eymard F. Castro	71 — 76
MONOCULTURE OF HYBRID TAMBAQUI, <i>Colossoma macropomum</i> Cuvier, 1818, WITH PIRAPI-TINGA <i>C. brachypomum</i> Cuvier, 1818, IN THE DENSITY OF 5.000 FISH/HA - Maria H. P. Pinheiro, J. William B. e Silva, Maria Inês da S. Nobre e F. Ari Pinheiro	77 — 87
NITROGEN UPTAKE AND UTILIZATION BY SORGHUM PLANTS IN MINERAL GROWTH SOLUTION - Vera Lúcia B. Fernandes, Luiz Alfredo P. Nunes, Maurício M. Filho, Valdemar L. de Sousa e Mário B. Fernandes	89 — 96
POTYVIRUS TRANSMISSION BY CUTTING TOOLS - M. I. Florindo e J. Albérsio A. Lima	97 — 102
MAXIMUM DEPTH OF WATER STORED IN THE SOIL USED TO DETERMINE EVAPOTRANSPIRATION BASED ON THE LAW OF MASS CONSERVATION. CASE STUDIES: CORN AND COTTON - Luís Carlos Uchôa Saunders	103 — 113
NUTRIENTS EXTRATION IN BANANA (MUSA sp.) cv. PACOVAN - Ricardo Luz L. Neves, Fernando F. H. Ferreyra, Raimundo F. P. Maciel e José Nelson E. Frota	115 — 120
OCCURENCE OF BLOSSOM-END ROT IN WATERMELON - Áureo S. Oliveira, Moisés C. Saraiva Leão, Hermano G. de Oliveira e Omar J. Pereira	121 — 125
IRRIGATION SCHEDULING COMPUTER MODEL IN CORN HYBRID - Francisco de Souza	127 — 140

AVALIATION OF A FURROW IRRIGATION BY ALGEBRAIC MODEL - Roberto Vieira Pordeus e Francisco de Souza	141 — 154
ECONOMIC RESULTS OF PEKIN DUCK (<i>Anas platyrinchos</i> <i>Platyrinchos</i> L., 1758), AND COMMON CAARPA (<i>Cyprinus carpio</i> L. 1758 vr. <i>communis</i>) IN CEARÁ - Moisés Almeida de Oliveira, Marcos Augusto Esteves Araripe e Agenor M. Saunders	155 — 161
DISTRIBUTION OF SOLUBLE FERTILIZER FROM A LOCALIZED IRRIGATION SYSTEM USING A PILOT TUBE DEVICE FOR INJECTION - Moisés Custódio Saraiva Leo, Lindbergue Araújo Crisóstomo e Francisco José de Seixas Santos	163 — 168
DESIGNIN FURROW SLOPING IRRIGATION SYSTEMS FOR "VALE DO JAGUARIBE" USING SCS METHOD - Johnny Aguiar Rodrigues e Francisco de Souza	169 — 178

EFEITO DE NÍVEIS DE FOSFATO DE ROCHA E DA INOCULAÇÃO DE *Rhizobium* sp. E *Glomus macrocarpum* TUL. & SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA JUREMA-PRETA, *Mimosa acutistipula* BENTH¹

Rogério T. Almeida²
Illo Vasconcelos² e
Vânia F. Freire³

RESUMO

No presente trabalho estudou-se o desenvolvimento da leguminosa jurema-preta, *Mimosa acutistipula* Benth., em solo não esterilizado, 10ppm de P e pH = 6,0, frente à inoculação com *Rhizobium* sp. e *Glomus macrocarpum* Tul. & Tul. e à adubação fosfatada, usando-se diferentes níveis de fosfato de rocha. O experimento, em casa-de-vegetação, obedeceu a um delineamento inteiramente casualizado com 12 tratamentos e 5 repetições.

O peso da matéria seca da parte aérea e a altura das plantas mostraram-se maiores no tratamento que recebeu inoculação com os dois microssimbiontes conjuntamente e adubação com fosfato de rocha no nível de 50%, diferindo significativamente do tratamento inoculado + fosfato de rocha a 80%. A percentagem de colonização micorrízica e o número de esporos no solo foram maiores no tratamento que recebeu inoculação conjunta com adubação fosfatada a 40%. Esta última variável foi maior também nos tratamentos inoculados conjuntamente com os dois microssimbiontes e que receberam adubações nos níveis de 50 a 60%. Para o peso dos nódulos secos, o tratamento inoculado com Rh + GM e adubado com 20% de FR, apresentou a maior nodulação, sendo estatisticamente superior aos de mais tratamentos. A testemunha e o tratamento inoculado com Rh + GM e adubado com FR 80% foram os que apresentaram os menores valores quanto à maioria dos parâmetros avaliados.

PALAVRAS-CHAVE: Níveis de fosfato de rocha, inoculação de *Rhizobium* sp. e *Glomus macrocarpum*, desenvolvimento de jurema-preta.

SUMMARY

An experiment under greenhouse conditions was conducted on the campus of the Universidade Federal do Ceara, Brazil. A completely randomized desing with 12 treatments and 5 replication was adopted. The seedlings were grown in plastic bags containing 5 kg of a Grayish Brown Podzolic Soil, non-autoclaved, with 10 ppm of phosphorus and pH 6.0. The inoculum of *Glomus macrocarpum* consisted of soil and colonized roots of *Clitoria ternatea* L. and the inoculum of *Rhizobium* sp. Consisted of a mixture of the *Rhizobium* sp. strains UFC-1038.60, UFC-376.60 and UFC-1037.60 applied to the roots of the seedlings. The rock phosphate was used in increasing concentrations of 5,10,20,30,40,50,60 and 80% on a weight soil basis. The experiment was irrigated weekly with nutritive Hewitt's solution without N and P. After 90 days, the plants were harvested and dry weight of root nodules, height and dry weight of shoots and VA mycorrhizal colonization were determined.

The main results showed that when 50% and 40% rock phosphate were applied jointly with inoculation of *Rhizobium* sp. and *G. Macrocarpum*, the highest growth of plants and VA mycorrhizal colonization, respectively, were obtained. Treatment with 20% rock phosphate and joint inoculation of *Rhizobium* sp. and *G. Macrocarpum* showed the highest dry weight of root nodules.

INTERACTION AMONG *Glomus macrocarpum* TUL. & TUL., *Rhizobium* sp. AND LEVELS OF ROCK PHOSPHATE ON GROWTH OF JUREMA-PRETA, *Mimosa acutistipula* BENTH.

INTRODUÇÃO

Muitas leguminosas que têm a capacidade de associação simbiótica com bactérias do gênero *Rhizobium* sp. podem ser, simultaneamente, colonizadas por fungos

1 Trabalho realizado com auxílio do Projeto PDCT/CE-17 (Convênio CNPq/ BID/UFC).

2 Professores do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará e Pesquisadores do CNPq.

3 Engenheira Agrônoma do Projeto PDCT/CE-17

micorrízicos vesículo-arbusculares, como é o caso da jurema-preta (VASCONCELOS et alii)⁶. Em trabalho análogo ao presente com leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Witt) e sabiá, (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.), ALMEIDA, et alii¹ constataram resposta favorável destas leguminosas à adubação com fosfato de rocha, quando inoculadas, simultaneamente, com *Rhizobium* sp. e fungo MVA.

Este trabalho tem como objetivo testar o efeito da inoculação dos microssimbiontes *Rhizobium* sp. e *Glomus macrocarpum* em interação com diferentes níveis de fosfato de rocha sobre a nodulação, colonização MVA e crescimento da jurema-preta.

MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi realizado em casa-de-vegetação localizada no campus do Pici, Fortaleza, Ceará, utilizando-se um solo não esterilizado, do tipo Podzólico-Bruno-Acinzentado, (LIMA et alii³) com 10 ppm de fósforo e pH 6,0. As sementes foram plantadas em sacos de polietileno com 3 Kg de capacidade, após serem tratadas com ácido sulfúrico 65^o Bé durante 10 minutos. Os tratamentos em número de 12, constantes da Tabela 1, foram distribuídos num delineamento estatístico inteiramente casualizado, cada um deles com 5 repetições. A inoculação ocorreu em duas etapas distintas, sendo a primeira, em abril de 1998, feita com o fungo MVA *Glomus macrocarpum*, Tul. & Tul., antes do plantio e a segunda, após a emergência das folhas cotiledôneas, usando-se numa mistura das estirpes de rizóbio UFC-1038.60, UFC-876.60 e UFC-1037.60, pertencentes à rizobioteca do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará. As plantas foram adubadas semanalmente com a solução nutritiva de Hewitt (HEWITT²), isenta de nitrogênio e fósforo.

O experimento foi colhido 90 dias após o plantio, ocasião em que foram avaliados os seguintes parâmetros: peso da matéria seca da parte aérea, altura das plantas, porcentagem de colonização MVA, peso de nódulos secos e número de esporos de fun-

gos MVA no solo. A adubação foi realizada com fosfato de rocha, contendo 35,9% de P₂O₅ total de 4,40 e 0,20% de solubilidade em ácido cítrico e água, respectivamente, misturado ao solo, por ocasião do plantio, nas dosagens crescentes de 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60 e 80% em relação ao peso total do solo.

Os resultados experimentais foram submetidos à análise da variância e ao teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 discriminaram-se as médias de 5 repetições do peso da matéria seca da parte aérea, altura das plantas, peso dos nódulos secos, frequência e intensidade da colonização MVA, número de esporos de fungos MVA no solo, coeficientes de variação e fez-se a indicação do resultado da aplicação do teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A análise da variância revelou diferença ao nível de 5% de probabilidade com relação a todos os parâmetros considerados. A análise dos dados citados na Tabela em referência revelam que o peso da matéria seca e a altura das plantas foram maiores no tratamento inoculado com Rh + GM e adubado com FR 50%, enquanto o tratamento inoculado e adubado com 80% de fosfato de rocha foi o que apresentou os menores valores nesses dois parâmetros. A porcentagem de colonização micorrízica foi maior no tratamento inoculado com GM + Rh + FR 40%, sendo estatisticamente diferente do tratamento testemunha, não inoculada, que apresentou os menores percentuais de colonização micorrízica VA, e dos tratamentos inoculados e adubados com os mais elevados níveis de FR.

A taxa de nodulação foi estimulada pela inoculação conjunta do rizóbio com o fungo MVA, quando adubada com fosfato de rocha 20%. O tratamento testemunha, não inoculado e não adubado, assim como os tratamentos inoculados, mas que receberam elevadas doses de fosfato de rocha, apresentaram significativo declínio no peso dos nódulos em relação aos demais trata-

TABELA 1 — Médias de 5 Repetições (1 planta/parcela) do Peso da Matéria Seca e da Parte Aérea, Altura das Plantas, Peso Seco dos Nódulos, Frequência e Intensidade da Colonização MVA, No. de Esporos de Fungos Micorrízicos VA no Solo, Coeficientes de Variação e Indicação do Resultado da Aplicação do Teste de Tukey a 5% de Probabilidade. Fortaleza, 1988.

Tratamentos	Peso da Matéria seca (g)	Altura das Plantas (cm)	Pesos dos Módulos (g)	Frequência da Colonização MVA(%)	Intensidade da Colonização MVA(%)	Nº Espaços no Solo (p/100g/solo)	
TESTEMUNHA	10,28 ab	68,2 abc	0,241 fg	20,02 d	21,6 e	172,6 de	
Inoc. G.M.	13,69 ab	88,0 ab	0,270 ef	24,6 e	25,9 de	185,0 de	
Inoc. Rh	13,10 ab	78,5 ab	0,292 de	21,3 d	31,7 cd	169,6 e	
Inoc. GM + Rh	13,85 ab	81,0 ab	0,405 b	25,9 cd	39,1 abc	194,2 cd	
Inoc. GM + Rh + FR 5%	14,18 ab	79,6 ab	0,337 c	27,5 cd	42,6 ab	217,4 bc	
Inoc. GM + Rh + FR 10%	12,27 ab	45,8 c	0,322 cd	27,4 cd	44,9 ab	207,8 bcd	
Inoc. GM + Rh + FR 20%	13,58 ab	77,0 ab	0,481 a	32,9 cd	43,8 ab	218,8 bc	
Inoc. GM + Rh + FR 30%	14,60 ab	81,2 ab	0,238 fg	37,7 c	47,2 a	221,4 b	
Inoc. GM + Rh + FR 40%	16,14 a	80,0 ab	0,232 fg	68,2 a	47,5 a	265,8 a	
Inoc. GM + Rh + FR 50%	17,11 a	91,2 a	0,169 h	56,06 ab	39,2 abc	253,0 a	
Inoc. GM + Rh + FR 60%	11,59 ab	73,4 ab	0,188 h	52,10 b	37,8 bc	269,8 a	
Inoc. GM + Rh + FR 80%	8,01 b	63,6 bc	0,203 gh	52,16 b	33,4 c	194,0 cd	
CV (%)	24	15	15	18	11	10	
DMS	0,05	7,02	25	0,039	14,06	9,02	20,31

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

GM = *Glomus macrocarpum*, Rh = *Rhizobium* sp., FR = Fosfato de Rocha

mentos. A concentração de esporos no solo foi mais elevada nos tratamentos inoculados com **Rhizobium** o fungo MVA e adubados com fosfato de rocha nas dosagens de 40,50 e 60%, reduzindo-se a nível não significativo no tratamento adubado com 80% FR.

Apesar da curta duração do experimento, verificou-se um efeito estimulativo do fósforo, dependendo da porcentagem de FR aplicado. Para a nodulação, o ótimo foi atingido com a aplicação de 20% de FR, tendo as dosagens mais elevadas de fosfato efeito depressivo devido, talvez, à uma maior compactação do substrato (solo + fosfato de rocha). Com relação à colonização micorrízica, esta foi máxima com a aplicação de FR 40%, sendo reduzida em concentrações mais altas, possivelmente pela maior liberação de fósforo no solo (PAULA et alii⁵). Por outro lado, a produção de esporos MVA no solo foi estimulada mesmo nas concentrações mais elevadas de 50 e 60% de FR, depressivas à colonização por estes fungos. A inoculação de **Rhizobium** sp., na ausência da adubação fosfatada, estimulou significativamente a nodulação, sendo seu efeito superior ao da população nativa. A inoculação simultânea com **G. Macrocarpum**, na ausência da adubação fosfatada, estimulou, também, a nodulação, apresentando efeito equivalente ao do melhor tratamento com fosfato de rocha, fenômeno constatado, igualmente, com a leguminosa sabiá, **Mimosa caesalpiniaefolia** Benth., por MENDES Fc⁹. et alii⁴.

CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos pode-se concluir:

- fósforo, dependendo da concentração de fosfato de rocha, estimula a nodulação, colonização micorrízica, concentração de esporos MVA no solo e o crescimento das plantas;
- O tratamento que mais favoreceu o desenvolvimento das plantas foi o inoculado com **Rhizobium** sp. e **Glomus macrocarpum** e adubado com fosfato de rocha ao nível de 50%;

- A colonização micorrízica foi favorecida quando as plantas foram adubadas com fosfato de rocha 40% e inoculadas com ambos os microssimbiontes empregados;
- A nodulação foi significativamente incrementada quando as plantas foram inoculadas e adubadas com fosfato de rocha 20%;
- Os tratamentos inoculados conjuntamente com **Rhizobium** sp. e **Glomus macrocarpum** e adubados com 40,50 e 60% FR favoreceram a concentração de esporos MVA no solo, e
- A inoculação de **Rhizobium** sp., na ausência da adubação fosfatada, estimulou significativamente a nodulação, o mesmo ocorrendo com a sua inoculação simultânea com **Glomus macrocarpum**, também na ausência da adubação fosfatada.

REFERÊNCIAS

- 1 - ALMEIDA, R.T.; FREIRE, V.F. & VASCONCELOS, I. Efeito da interação **Glomus macrocarpum**, **Rhizobium** sp. e níveis crescentes de fosfato de rocha sobre o desenvolvimento de mudas de sabiá (**Mimosa caesalpiniaefolia** Benth.) e de leucena (**Leucaena leucocephala** (Lam.) Ciênc. Agron., Fortaleza, 18(1):131-136, 1987.
- 2 - HEWITT, E.J. **Sand and water culture methods used in the study of plant nutrition**. 2nd Ed. Commonwealth Agricultural Bureau, London, 1966, 547 p. (Technical Communication no. 22).
- 3 - LIMA, F.A.M.; MOREIRA, E.G.S. & IPIRAJÁ, F.W.F. **Contribuição ao estudo de solos do município de Fortaleza**. III Classificação de um solo. Relatório de Pesquisa do Departamento de Engenharia Agrícola e Edafologia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1974, 7p. (mimeografado).

- 4 - MENDES Fo., P.F.; ALMEIDA, R.T. & VASCONCELOS, I. Efeito da interação *Rhizobium* sp., fungos MVA de fosfato de rocha no desenvolvimento de mudas de sabiá, *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. **Ciênc. Agron.**, Fortaleza, 17(2):49-56, 1986.
- 5 - PAULA, M.A.; SIQUEIRA, F.O.; OLIVEIRA, L.H. & OLIVEIRA, E. Relative symbiotic effectiveness of native endomycorrhizal fungi population and isolates of *Glomus macrocarpum* and *Gigaspora margarita* in soybeans, **R. bras. Ci. Solo**, 12:25-31, 1988.
- 6 - VASCONCELOS, I.; ALMEIDA, R.T. & MENDES FILHO, P.F. Ocorrência de rizóbios e endomicorizas em leguminosas arbóreas e arbustivas do Estado do Ceará, Brasil. **Ciênc. Agron.**, Fortaleza, 15(1-2): 45:52, dezembro, 1984.

ESTUDO COMPARATIVO DO USO DE RAÇÕES SOBRE A QUALIDADE DA ÁGUA EM PISCICULTURA¹

Patricia R.C. Pinheiro² e
Jorge J.H. Monteiro³

RESUMO

A utilização de rações na alimentação de peixes em piscicultura, embora muitas vezes necessária, tem trazido alguns problemas no que se refere à qualidade da água. O acúmulo de matéria orgânica dos restos de alimento pode fazer aumentar a demanda de oxigênio, provocar alterações no pH e acúmulo de amônia e de dióxido de carbono livre.

Esse trabalho teve como objetivo comparar os efeitos de duas rações usadas na alimentação de tilápias (*Oreochromis niloticus*), através do monitoramento da água dos tanques. Verificou-se que não houve diferença significativa entre as duas dietas. Em ambos os casos, houve uma perda na qualidade da água, que foi mais acelerada após o sexto mês de cultivo.

PALAVRAS-CHAVE: Limnologia, tilápia, rações.

COMPARATIVE STUDY OF THE EFFECTS OF FISH FOOD TO THE WATER QUALITY CONTROL

SUMMARY

Supplemental food is largely used in fish culture, but it brings additional problems to the water quality control. The organic material from food wastes accumulate in the pond bottom increasing the oxygen demand, changing the pH and provoking the accumulation of ammonia and free carbon dioxide. In

this work we compared the effects of two kinds of food used for tilapia (*Oreochromis niloticus*), monitoring the pond water during the experiments. Was found no significant difference between the two diets. After six months, the water was almost unsuitable for fish culture.

INTRODUÇÃO

A piscicultura no Estado do Ceará tem feito amplo uso da tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) desde que esta foi trazida da Costa do Marfim na África, em 1971, conforme a citação de FERNANDES E RANTIN¹⁰. Ela tem se destacado pela sua alta capacidade de aclimatização, a qual é atribuída à sua adaptação às altas temperaturas e aos baixos teores de oxigênio dissolvido (FERNANDES E RANTIN¹⁰), o que a torna ideal para o cultivo.

Na busca de se acelerar o crescimento dos peixes, tem sido adotado o fornecimento de alimento suplementar em forma de ração balanceada. Essas rações, em sua maioria, não foram elaboradas para peixes, e por isso não levam em considerações os seus requerimentos nutricionais (CHO et alii⁵). DIAB & SHILO⁸ citam que, nas rações comumente usadas, cerca de 80% do nitrogênio do alimento é excretado pelo peixe na forma de amônia. Altas concentrações de amônia principalmente da amônia não ionizada, podem provocar retardamento no crescimento dos peixes, ou até mesmo a sua morte por intoxicação (BARAT & JANA², DIAB & SHILO⁸, e STICKNEY¹⁸). Os níveis de toxidez variam de espécie pa-

1 Trabalho executado com apoio do Projeto CNPq/BID/UFC - PDCT/NE/CE 13.

2 Departamento de Engenharia de Pesca do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará. Caixa Postal 12168 - 60021, Fortaleza, CE, Brasil.

3 Bolsista de Iniciação Científica da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade Federal do Ceará.

ra espécie, mas são mais acentuados em altos valores de pH (DIAB & SHILO4), variando também com a temperatura (BARAT & JANA2).

Em outras situações, grande parte da ração ofertada pode vir a ter um efeito fertilizante na água (COSTA-PIERCE & LAWS6, STICKNEY18), provocando um acúmulo de matéria orgânica e um aumento na oferta de nutrientes. As altas taxas de mineralização e o crescimento intenso do plâncton, seguido da sua morte, conduzem aos baixos níveis de oxigênio, que, comumente, se verificam após o denso florescimento do fitoplâncton (CHANG & OUYANG4). Essas condições podem levar ao retardamento do crescimento do peixe (CHANG & OUYANG4) OU ATÉ MESMO À SUA MORTE (BARICA3).

Na região Nordeste do Brasil surge, ainda, como agravante nesses casos já mencionados, a inviabilidade de se fazerem constantes diluições na água (WELCH et alii24), para evitar a sua degeneração. A escassez de água em alguns locais e durante certas épocas do ano dificultam as operações de diluição, ou mesmo, renovação da água dos viveiros.

Na tentativa de viabilizar o cultivo semi-intensivo de tilápias do nilo com rações de baixo custo, o Departamento de Engenharia de Pesca/CCA/UFC vem formulando alimentos com subprodutos agrícolas, os quais são depois submetidos aos testes usuais.

O objetivo desse trabalho foi comparar as alterações causadas na água por dois tipos de rações usadas para peixes através do monitoramento dos tanques.

MATERIAL E MÉTODOS

No período de julho de 1988 a março de 1989 foi realizado um ensaio com alimentação para tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*), em que se utilizaram dois tipos de dietas. Os peixes tinham inicialmente um comprimento médio total de 16,4 cm e peso médio igual a 72,7 g, e foram estocados numa densidade de 2,7 indivíduos/m². A quantidade de alimento foi

calculada em 3% da biomassa, sendo ofertada em uma refeição diária no período da manhã. A ração B, a qual denominaremos também de ração não-convencional, foi elaborada no Departamento de Engenharia de Pesca da Universidade Federal do Ceará, e sua composição é mostrada na Tabela 1. A ração A, que chamaremos de ração convencional, é a utilizada para galináceos, (FRIVAVCOR) (Tabela 2). Para cada ração foi idealizado um tratamento, com três réplicas, que totalizaram seis tanques de alvenaria e cimento. Cada tanque foi seco e lavado com uma solução de óxido de cálcio (CaO) e água, para fins assépticos, antes de serem cheios novamente.

TABELA 1 - Composição da Raça B *(Ração não-convencional). Fortaleza, 1989.

Ração B	
Composição química	Proporção (%)
- Proteína	22,0
- Gordura	8,1
- Carboidrato	29,4
- Umidade	—
- Fibra	14,7
- Cálcio	1,6
- Fósforo	0,57
- Cinzas	12,3

* Fonte: BASTOS e PINHEIRO (Trabalho não publicado).

Os tanques com capacidade para 3 m³ de água eram abastecidos por um poço profundo e a água era conduzida até a Estação de Piscicultura "Prof. Raimundo Saraiva da Costa", CCA/UFC, no Campus do Pici, através de canos de PVC. As coletas de água para análise se iniciaram-se logo após o enchimento dos tanques, e daí em diante seguiram sendo feitas quinzenalmente, nas primeiras horas da manhã. Da água dos tanques foram analisados os seguintes parâmetros: temperatura, transparência do

TABELA 2 - Composição da Ração Comercial Para Galináceos*. Fortaleza, 1989.

Ração A	
Composição química Níveis máximos (%)	
- Proteína	18,0
- Extrato etéreo	2,0
- Umidade	12,0
- Fibra	6,0
- Cálcio	1,3
- Fósforo	0,6
- Material mineral	7,2

* Fonte: FRI-AVECOR, FRI-RIBE.

disco de Secchi, pH, condutividade, alcalinidade, dióxido de carbono livre e oxigênio dissolvido.

A temperatura foi medida na superfície com um termômetro de mercúrio graduado em 0,1°C. A transparência da água foi observada com um disco de Secchi branco de 20 cm de diâmetro. A condutividade foi medida com um contudivímetro Metronic EC-1. O pH foi lido em um pH - Metro Corning 125/2. A alcalinidade total e o dióxido de carbono livre foram analisados pelos métodos descritos em APHA - AWWA - WPCF¹. O oxigênio dissolvido foi determinado pelo método de Winkler (WTZEL e LIKENS²⁶).

Ocasionalmente foram feitas determinações dos níveis de amônia e fosfato na água. Nesse caso, a coleta era feita abaixo da superfície (aproximadamente 10 cm) e as amostras eram filtradas em filtro de fibra de vidro Gelman A/E, pré-incineradas. A amônia foi analisada pelo método do indofenol-azul (KOROLEFF¹⁴). O fosfato foi determinado pelo método do molbdovanadato, descrito em APHA - AWWA - WPCF¹.

As médias mensais dos parâmetros limnológicos foram testadas ao nível $\alpha = 0,05$, pelo teste t de Student (ZAR²⁷).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variação dos valores mensais da tem-

peratura pode ser observada na Figura 1. A água que abastece a Estação de Piscicultura possui normalmente uma condutividade igual a 473, S/cm, a uma temperatura de 30,1°C. O pH está geralmente por volta de 7,1 e a alcalinidade é cerca de 77 mg/l CaCO₃. Após ter sido dado início aos experimentos, se observaram grandes oscilações nos valores do pH dessa água (Figura 3). Nos tanques da dieta B, o pH atingiu valores entre 10 e 11, enquanto a alcalinidade decresceu abaixo do seu valor inicial de 77mg/l CaCO₃ (Figura 4). Com a condutividade ocorre praticamente o mesmo, e ela se manteve, mais ou menos, em 200 S/cm (Figura 6).

Nos primeiros quatro meses, o oxigênio dissolvido nos tanques estava acima de 100% de saturação no período da manhã (Figura 2). Os níveis de oxigênio acima de 15 mg/l nos primeiros meses indicavam um grande crescimento de algas.

A quantidade de material em suspensão, estimada pela profundidade do disco de Secchi (WALKER²³), aumentou rapidamente nos primeiros meses, tendendo à estabilização a partir do sétimo mês (janeiro), (Figura 5).

A condutividade específica, inicialmente diminuiu e após o quarto mês (novembro), ela estabilizou-se em níveis em torno de 500 S/cm (Figura 6), o que indicou uma variação na quantidade de sólidos em suspensão (THOMAS²⁰).

Durante quase todo o período dos experimentos não se detectou dióxido de carbono na água, entretanto, nos últimos 2 meses registraram-se níveis entre 8 a 20,8 mg/l.

A presença do CO₂ na água indica que estava havendo um excesso do gás, devido a diminuição da demanda pela fotossíntese ou pelo aumento das taxas de respiração e decomposição (ESTEVES⁹, WETZEL²⁵).

Embora, não houvesse sido possível analisar a amônia e o fosfato com a mesma frequência dos outros parâmetros, a presença deles na água nos 3 últimos meses (Tabela 4) indica um desequilíbrio no estado trófico. Em águas superficiais de am-

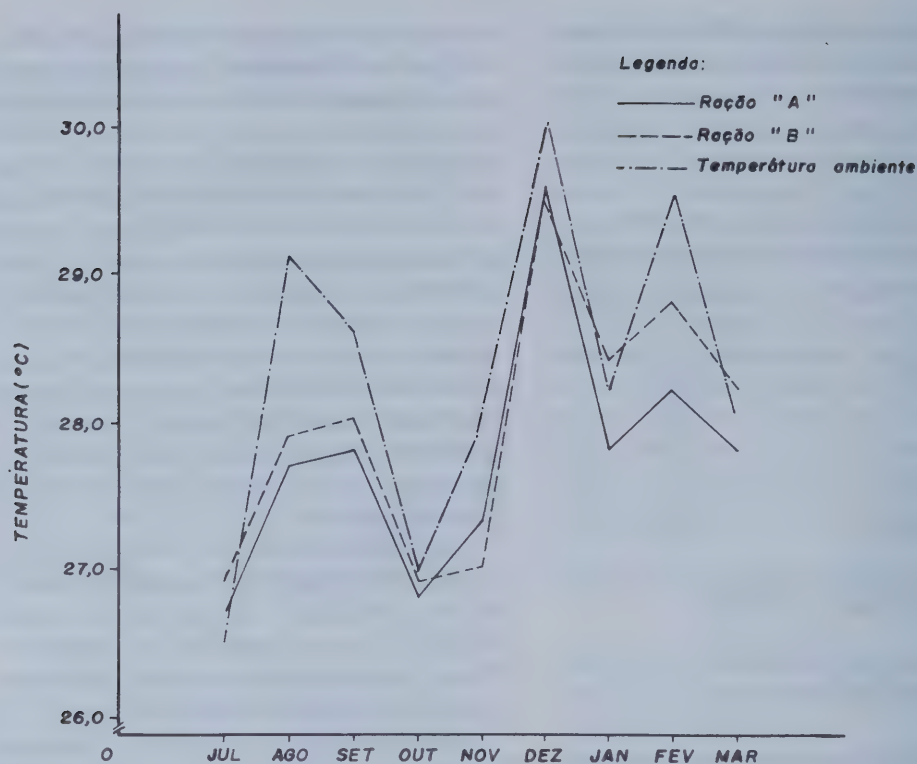


FIGURA 1
Variações mensais dos valores de temperatura

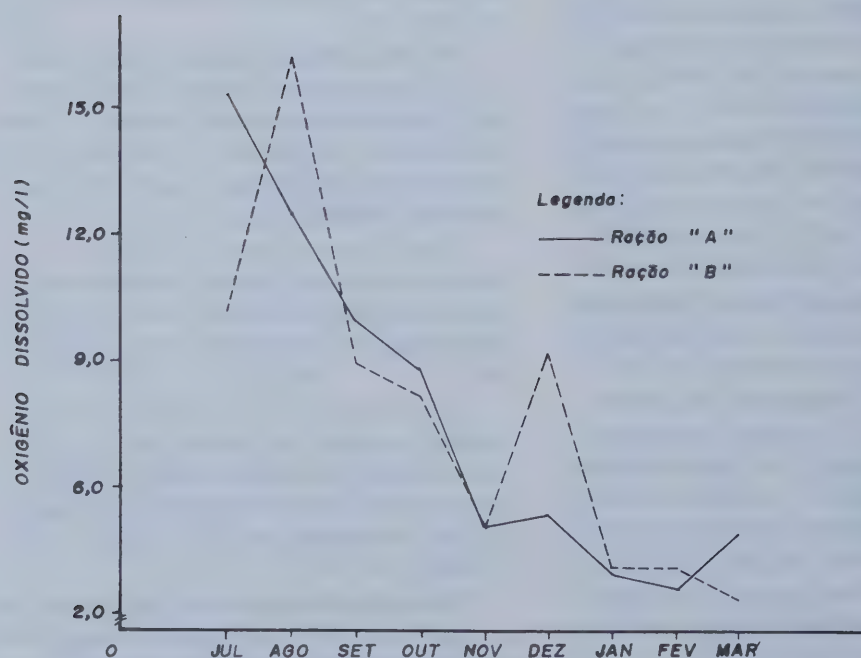


FIGURA 2
Variações mensais das concentrações de oxigênio dissolvido na água dos tanques de cultivo de tilápia - (*Oreochromis niloticus*)

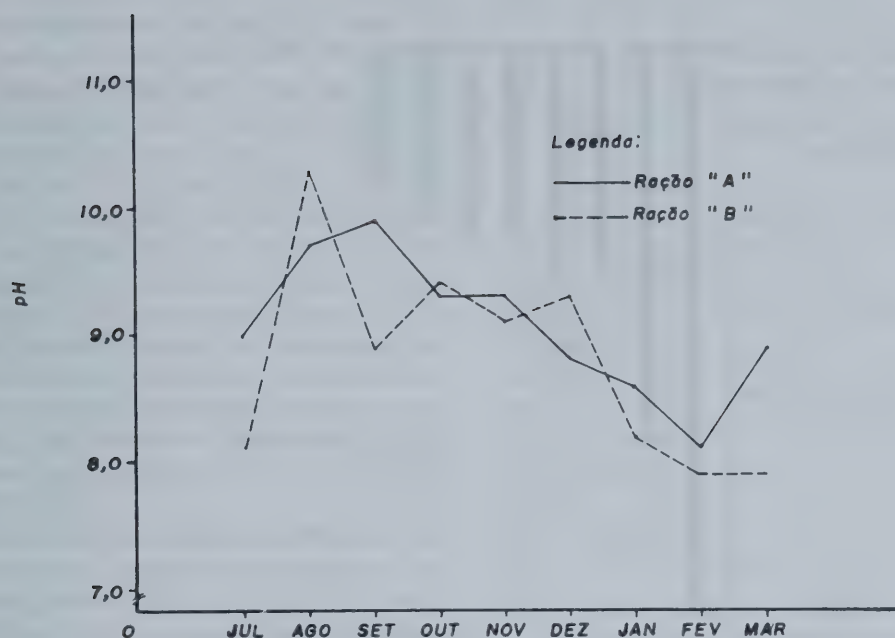


FIGURA 3

Variações mensais dos valores de pH dos tanques de cultivo de tilápia (*Oreochromis niloticus*)

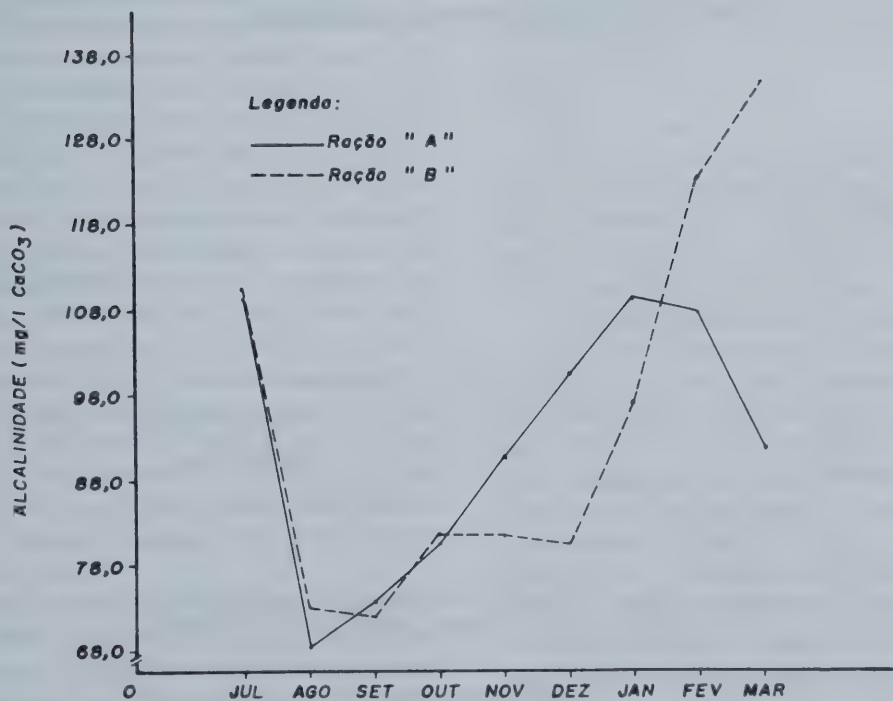


FIGURA 4

Variações mensais dos valores da alcalinidade da água dos tanques de cultivo de tilápia (*Oreochromis niloticus*)

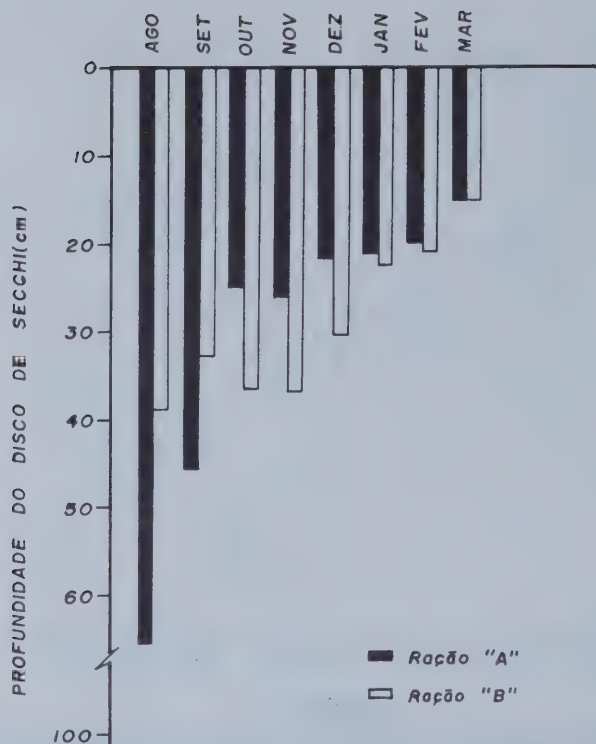


FIGURA 5

Variações mensais dos valores da profundidade do disco de Secchi, na água dos tanques de cultivo de tilápia (*Oreochromis niloticus*)

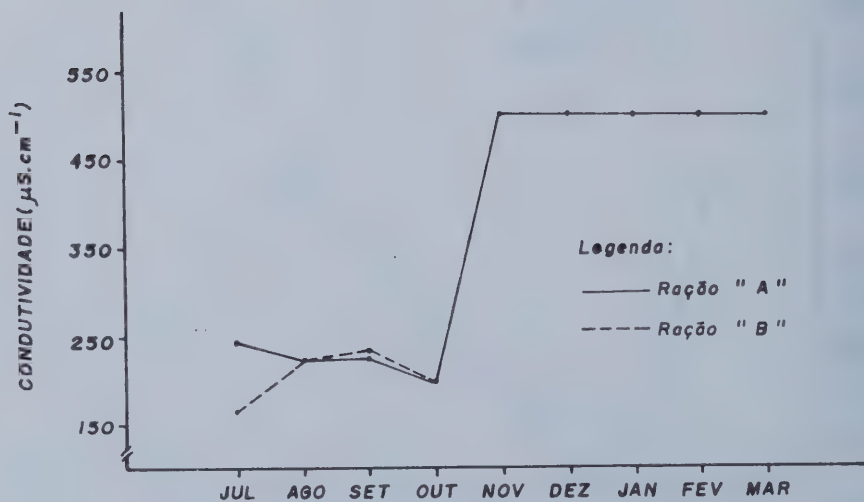


FIGURA 6

Variações mensais dos valores de condutividade da água dos tanques de cultivo de tilápia (*Oreochromis niloticus*)

bientes naturais, o fosfato geralmente se encontra indetectável (MC NEELEY et alii¹⁵). Como a água do abastecimento não possuía fosfato, as únicas fontes de fósforo para os tanques eram a excreção dos peixes e do zooplâncton (TÁTRAJ & ISTVÁNOVICS¹⁹ REINERTSEN et alii¹⁷), as algas mortas (DE PINTO et alii⁷), a circulação vertical da água (MITTEILUNG e OSGOOD¹⁶) e os restos das rações já mineralizadas. De uma fonte ou de outra, o fosfato disponível pode ser consumido rapidamente pelo fitoplâncton, pois, mesmo quando não há necessidade ele tem a capacidade de estocar o fósforo nas células para uso posterior (HEALEY¹², VINCENT²², WETZEL²⁵).

Os níveis de amônia encontrados estão abaixo dos considerados perigosos para outros peixes (Tabela 4). BARAT & JANA² citam que a concentração letal de amônia encontrada para a tilápia foi 4,0mg/l, a um pH variando entre 7,3 a 7,5 e uma temperatura acima de 20°C. Juvenis de "channel catfish" submetidos a concentração de 0,085 a 0,99mg/l de amônia não ionizada (NH₃) tiveram seu crescimento inibido (COLT & TCHOBANOGLOUS, 1987 cit. In BARAT & JANA²). É provável, portanto, que a amônia tenha tido pouco ou nenhum efeito sobre o crescimento dos peixes, embora o assunto careça de maiores informações.

As causas da produção de amônia nos tanques, no entanto, ainda não estão esclarecidas. Sabe-se que o conteúdo de amônia na água está relacionado com o teor de oxigênio dissolvido, com a população de bactérias amonificantes, com o pH e com a temperatura da água (CHANG & OUYANG⁴, JANA & BARAT¹³). Além desses fatores, a amônia pode ser oriunda da excreção dos peixes (STICKNEY¹⁸) e do zooplâncton (GOLDMAN & HORNE¹¹). No caso do uso de rações, existe ainda a mineralização dos restos desses alimentos, liberando amônia para a água.

Para todos os parâmetros ambientais analisados, com exceção da quantidade de amônia e de fosfato, os quais não foram comparados, não houve diferença estatisticamente significativa entre a água das die-

tas A e B (Tabela 3).

TABELA 3 - Resultados dos Testes Estatísticos Para as Médias

Parâmetros	Características*		
	n	s	t
Oxigênio Dissolvido (mg/l)	18	0,945	0,032
Alcalinidade (mg/1 CaCO ₃)	18	4,528	0,362
pH	18	0,162	1,092
SECCHI (cm)	16	3,292	0,315
Condutividade (S/cm)	18	8,370	0,930
CO ₂ livre (mg/l)	16	2,931	0,669

(*) n o número de amostragem, s erro padrão e t o valor observado para o teste t entre as médias.

As duas dietas, aparentemente, tiveram igual efeito sobre o crescimento dos peixes. Entretanto, se assumimos que o alimento não utilizado contribuiu para a diminuição do teor de oxigênio, então é provável que isso tenha afetado o nível de atividade dos peixes e o consumo de alimento (VAN RIJN et alii²¹).

Em tanques e viveiros de criação de peixes, a fotossíntese das algas é o mecanismo mais importante na produção de oxigênio, entretanto, a dinâmica dos processos metabólicos é praticamente desconhecida (CHANG & OUYANG⁴).

Os ventos constantes na região, somado às altas temperaturas durante todo o ano, provavelmente, têm um efeito marcante sobre a circulação das águas rasas (menos de 2m de profundidade). Sabendo-se que a circulação vertical supre as camadas superficiais de nutrientes e homogeneiza os gases dissolvidos na na água (WETZEL²⁵, GOLDMAN & HORNE¹¹) é provável que as variações de alguns parâmetros tenham sido causadas por processos físicos, mais que pelos químicos e biológicos.

Considerando-se como estimativa do

crescimento do fitoplâncton a visibilidade do disco de Secchi e as variações do oxigênio dissolvido, pode-se deduzir que havia, nos últimos 3 meses, condições que denunciavam limitações pela luz (Figura 2 e 5).

TABELA 4 - Concentrações de Amônia (mg/l) e de Fosfato (mg/l) na Água dos tanques

Dieta	Concentrações mg/l	Época das Análises		
		17.1.89	17.2.89	17.3.89
A	AMÔNIA	0,024	0,036	0,275
	FOSFATO	—	0,00	0,01
B	AMÔNIA	0,060	0,034	0,203
	FOSFATO	—	0,46	0,21

As renovações parciais, feitas uma vez por mês, quando da necessidade de baixar o nível das águas durante as amostragens dos peixes, parece não ter tido grande efeito sobre a qualidade da água. Essa observação apóia a afirmação de WELCH et alii²⁴ que considera uma diluição de 50% com pouco ou nenhum efeito sobre o crescimento do fitoplâncton, portanto ineficiente no controle da eutrofização.

AGRADECIMENTOS

Somos gratos ao Dr. Thomas Fisher, aos professores José Raimundo Bastos e José Wilson Calíope de Freitas e aos estudantes Walter S. Aquino e Francisco L.O. Pinheiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA-AWWA-WPCF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. American Public Health Association, 19th ed, Washington, 1985, 1268p.

2. BARAT, S. & JANA, B.B. Effect of farming management on the distribution pattern of ammonification rates, protein mineralizing and ammonifying bacterial population in experimental culture tank. **Bamidgeh**, 39(4):120-132, 1987.
3. BARICA, J. Hypereutrophy - The ultimate stage of eutrophication. **Water Quality Bulletin**, 6(4):95-98, 1991.
4. CHANG, W.Y.B. & OUYANG, H. Dynamics of dissolved oxygen and vertical circulation in the fish ponds. **Aquaculture**, 34:263-276, 1988.
5. CHO, C.Y.; COWEY, C.B. & WATANABE, T. (eds.) **Finfish Nutrition in Asia. Methodological approaches to research and development**. International Development Research Centre, Ottawa, 1985. 154p.
6. COSTA-PIERCE, B.A. & LAWS, E.A. Effects of destratification on autotrophic and heterotrophic microplankton productivity in eutrophic aquaculture ponds. **Aquaculture**, 50:141-151, 1985.
7. DE PINTO, J.V.; YOUNG T.C.; BONNER, J.S. & RODGERS, P.W. Microbial recycling of phytoplankton phosphorus. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.**, 43:336-342, 1986.
8. DIAB, S. & SHILO, M. Transformation of nitrogen in sediments of fish ponds in Israel. **Bamidgeh**, 38(3):67-88, 1986.
9. ESTEVES, F.A. **Fundamentos de limnologia**. Editora Interciência/FINEP, Rio de Janeiro, 1988, 575p.
10. FERNANDES, M.N. & RANTIN, f.T. Thermal acclimation of teleost *Oreochromis niloticus* (Pisces, Cichlidae). **Rev. Hydrobiol. Trop.**, 19(3-4):163-168, 1986.
11. GOLDMAN, C.R. & HORNE, A.J. **Limnology**. Mc Graw-Hill Book Co., New York, 1983, 464p.
12. HEALEY, F.P. **Physiological indicators of nutrient deficiency in algae**. Tchnical Report, 585, 1975.
13. JANA, B.B. & BARAT, S.K. Ammonification as affected by the oxygen le-

- vel of water. **Limnologica**, **16**(1):67-70, 1984.
14. KOROLEFF, J. Direct determination of ammonia as indophenol blue. **International Con. Explor. Mar. C.M.**, C:9, 1969.
15. NEELY, R.N.; NEIMANIS, V.P. & DWYERL, L. **Water Quality Sourcebook. A guide to water quality parameters**. Inland Waters Directorate, Water Quality Branch, Ottawa, 1979, 89p.
16. MITTEILUNG, K. & OSGOOD, R.A. Lake mixis and internal phosphorus dynamics. **Arch. Hydrobiol.**, **113**(4):629-238, 1988.
17. REINERTSEM, H.; JENSEN, A.; LANGLAND, A. & OLSEN, Y. Algal competition for phosphorus: The influence of zooplankton and fish. **Can. J. Fish. Aquat. Sci.** **43**:1135-1141, 1986.
18. STICKNEY, R.R. **Principles of Warm-water Aquaculture**. John Wiley & Sons, New York, 1979, 375p.
19. TÁTRAI, I. & ISTVANÉVICS, V. The role fish in regulation of nutrient cycling in lake Balaton, Hungary. **Fresh. Biol.**, **16**:417-424, 1986.
20. THOMAS, A.G. Specific conductance as an indicator of total dissolved solids in cold dilute waters. **Hydrological Sci. Jour.**, **31**(1-3): 81-91, 1986.
21. VAN RIJN, J.; STUTZ, S.R., DIAB, S. et al. Chemical physical and biological parameters of superintensive concrete fish ponds. **Bamidgeh**, **38**(2):35-43, 1986.
22. VICENT, W.F. Rapid physiological assays for nutrient demand by the plankton. I - Nitrogen. **J. Plankton Research**, **3**:685-697, 1981.
23. WALKER, T.A. Use of Secchi disk to measure attenuation of underwater light for photosynthesis. **J. Applied Ecology**, **19**:539-544, 1982.
24. WELCH, E.B., BUCKLEY, J.A. & BUSHI, R.M. DILUTION AS AN ALGAL BLOOM CONTROL. **JOURNAL WPCF**, **44**(12):2245-2265, 1972.
25. WETZEL, R.G. **Limnology**. Saunders College Publishing, 2o. Ed., Philadelphia 1983, 767p.
26. WETZEL, R.G. & LIKENS, G.E. **Limnological Analysis** W.B. Saunders Company, Philadelphia, 1979, 357p.
27. ZAR, J.H. **Biostatistical Analysis**. 2o. Ed Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs, 1984, 718p.

PLANTAS FORRAGEIRAS XERÓFILAS - I FAVELEIRA INERME, *Cnidoscolus phyllanthus* (Mart.) Pax & K. Hoffm., NO SEMI-ÁRIDO CEARENSE¹

Obed J. Viana² e
Maria Socorro S. Carneiro³

RESUMO

Trabalho realizado com a faveleira sem espinho, implantado na fazenda experimental "Lavoura Seca", localizada em Quixadá, Ceará, num solo podzólico-vermelho-amarelo, teve como propósito estudar o efeito de tipos de podas em diferentes épocas do ano. Foram testados três tipos de poda (baixa = 50cm, média = 100cm e alta = 150cm) e duas épocas de corte (inverno e verão), num delineamento em blocos ao acaso com 6 repetições, sendo útil apenas uma planta por parcela. Foi feito um teste de palatabilidade e uma avaliação indireta da produtividade. Os resultados obtidos mostraram não haver diferença significativa da produção de massa verde em nenhuma das variáveis estudadas. O teor de proteína foi considerado bom e a palatabilidade excelente. Considerando a pequena produtividade alcançada nas condições em que a pesquisa foi conduzida, admite-se ser indicado o cultivo desta espécie para fins forrageiros. Sugere-se, que seja adotada uma densidade populacional maior e uma idade mais avançada para o primeiro corte de utilização.

PALAVRAS-CHAVE: Tipos de poda, época de corte, faveleira, semi-árido do Ceará, produção de massa verde.

SUMMARY

This research was carried with faveleira plant without thorn, implanted at the Lavoura Seca research field station, located in Quixadá county, state of Ceara, Brazil, on a red-yellow podzolic soil in order to evaluate the effect of types of cutting during different seasons. Three types of cutting (low = 50cm, medium = 100cm and height = 150cm) and two times of cutting (winter and summer), were tested at randomized blocks, with six replications, and only one plant parcel. The palatability test and one indirect estimation of productivity was done: The results did not statistical difference of green biomass production on any variables analyzed. The protein content was considered good and the palatability was excellent. The small productivity obtained in the conditions that this research was conducted does not recommend the cultivation of this species as forage. It is suggested that the species, to be cultivated on higher density of population and the farther age for the first cutting utilization.

KEY WORDS: Faveleira, Types cutting, semi-arid.

INTRODUÇÃO

A faveleira, também conhecida por favela, é uma planta arbórea, xerófila por excelência, pertencente à família das Euforbiáceas. Atinge o porte de 3 a 5 metros de altura e suas folhas quando maduras servem de forragem para as cabras, carneiros, jumentos e bois (BRAGA¹).

Este vegetal é espontâneo nas zonas mais secas do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia (GOMES²). Afirma este autor que vem sendo ministrado no município de Sertânia-Pernambuco, com boa aceitação

1 Pesquisa Financiada pelo PDCT/NE/CE 9 - Convênio UFC/CNPq/BID.

2 Professor Adjunto do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará.

3 Eng^a. Agrônoma da Universidade Federal do Ceará.

pelos animais, o caule moído desta planta, e que a análise bromatológica do referido material apresentou 4,1 e 4,5% de proteína bruta no feno e na matéria seca, respectivamente.

Na avaliação do valor nutritivo da faveleira com espinho, SOUZA et alii⁴, determinaram um consumo diário com ovinos de 1.380g para o feno composto de folhas mais ponteiros e de 1.450g para o feno de folhas mais ponteiros e ramos até 1,0cm de diâmetro.

VIANA et alii⁵, estudando a produtividade da faveleira nativa com espinho, com mais de dez anos e com uma densidade populacional de 181 plantas/ha, conseguiram para massa verde e matéria seca 4.633 e 4.029kg/ha, respectivamente, para poda de batção contra 4.127 e 3.815kg/ha, na mesma ordem dos parâmetros citados, para poda drástica.

Em estudos de comportamento da faveleira nativa com espinho, no seu habitat natural, VIANA et alii⁶ concluíram que esta espécie apresenta alta taxa de disseminação, baixos índices de perpetuação e desenvolvimento tardio.

Resultados obtidos na avaliação indireta da produtividade de forrageiras arbustivas e arbóreas, admitem sucesso em algumas espécies, principalmente se as plantas estiverem isoladas ou em plantio regular OLIVEIRA et alii³.

A ocorrência da faveleira sem espinho foi registrada pela primeira vez no município de Independência, Ceará, de cujas plantas proce deram as primeiras sementes que foram semeadas no campo experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará. Por se tratar de uma planta resistente à seca e de fácil manejo, realizou-se este trabalho para avaliar o seu potencial forrageiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho, foi realizado na fazenda experimental "Lavourea Seca", Quixadá, Ceará, localidade considerada semi-árida, em que a precipitação pluviométrica no período de 1985 e 1989 está registrada

na TABELA 1. O solo da pesquisa era Podzólico-Vermelho-Amarelo, eutrófico abrupto plínthico, A fraco textura arenosa/argilosa, cascalhenta, fase caatinga hiperxerófila, relevo plano e suave ondulado de boa profundidade e bem drenado.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, num arranjo fatorial de 3 x 2 (três tipos e duas épocas de poda), com 6 repetições, sendo cada parcela útil representada por uma planta.

As épocas constaram do corte da metade do "stand" de plantas no período chuvoso e metade no período de estiagem. Os tipos de poda foram assim caracterizados: baixa - 50cm do solo; média - 100cm do solo; e alta 150cm do solo.

As mudas foram plantadas no local definitivo quando tinham, aproximadamente, 30cm de altura, num espaçamento de 4,0 x 4,0m, o que corresponde uma densidade populacional de 625 unidades por hectare.

A aplicação dos tipos de poda foi feita quando a haste principal, de cada grupo de seis plantas atingiam a altura mínima de 160cm.

Foi feito um teste de aceitação com o feno desta espécie em conjunto com o feno de outras espécies (*Leucaena leucocephala*, *Cassia seamea*, *Mimosa caesalpiniaefolia* e *Parkinsonia aculeata*), através do uso de ovinos, por um período de sete dias.

Foi realizada uma avaliação indireta da produtividade, seguindo a técnica testada por OLIVEIRA et alii³. Para este fim, foram mensurados o diâmetro do tronco (feito a 50cm do solo) e da copa (considerando a média de duas medidas por planta, feita de forma cruzada).

Os dados avaliados nesta pesquisa constaram apenas de um corte em cada época, quando as plantas tinham, aproximadamente, dois anos de idade, sendo aproveitado para o cômputo dos resultados os ramos até um centímetro de diâmetro, juntamente, com a folhagem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produção direta e indireta de massa

TABELA 1 - Dados de Precipitação Pluviométrica (mm) da Localidade Fazenda "Lavoura Seca", Quixadá-CE, Referentes ao Período de 1985 a 1989.

MESES	ANOS				
	1985	1986	1987	1988	1989
Janeiro	332,5	64,4	25,9	56,6	71,6
Fevereiro	324,9	206,8	56,7	82,4	14,8
Março	312,5	313,1	155,0	123,6	151,1
Abril	422,5	557,3	117,4	348,3	568,8
Maio	98,3	186,7	17,2	167,4	223,3
Junho	81,4	47,9	115,2	84,5	92,5
Julho	189,5	25,7	5,5	46,8	—
Agosto	6,3	27,2	11,4	6,1	—
Setembro	0,0	0,0	0,0	2,8	—
Outubro	0,0	0,0	0,0	3,5	—
Novembro	0,0	0,0	0,0	1,4	—
Total	1.772,4	1.229,1	504,3	923,4	1.122,1

Fonte: Estação Meteorológica da Fazenda Lavoura Seca, Quixadá.

TABELA 2 - Produção Média de Massa Verde (t/ha) da Faveleira sem Espinho **Cnidoscolus phyllacanthus** (Mart.) Pax & K. Hoffm., em 1988, em Três Tipos e Duas Épocas de Poda.

Épocas de Poda	Tipos de Poda			Média Geral
	Baixa	Média	Alta	
Chuvosa	2,1	1,5	1,7	1,8
Estiagem	2,0	1,5	1,0	1,5
Média Geral	2,1	1,5	1,4	—

TABELA 3 - Dados do Teor de Proteína Bruta e Índice de Palatabilidade da Faveleira Sem Espinho, **Cnidoscolus phyllacanthus** (Mart.) Pax & K. Hoffm., Referente à Poda da Época Chuvosa de 1988.

Componentes	M. Verde	Feno	M. Seca
Proteína Bruta	3,45	14,06	16,27
Palatabilidade	—	100,00	—

Em termos de aceitação (TABELA 3), o feno da faveleira com índice de 100,0% pode ser considerado como excelente.

verde - Na análise da variância da produtividade da massa verde verifica-se que não houve diferença significativa ($P < 0,05$) para nenhuma das variáveis estudadas. Considerando a não significância estatística entre épocas de poda, confirma-se, na realidade, o xerofilismo da espécie, cuja produção do período chuvoso foi semelhante à do período de estiagem. Observa-se que, independente dos tipos de posa (TABELA 2), apesar de não ter ocorrido diferença significativa, houve uma diminuição de 0,3t/ha na época de estiagem em comparação com a época chuvosa. Observando os tipos de poda, independente das épocas, nota-se que houve 0,7t/ha a mais na poda baixa sobre a poda alta e 0,6t/ha da poda baixa contra a poda média. Reportando-se à citada Tabela e considerando a maior produtividade obtida (2,1t/ha) pode-se admitir que o rendimento desta espécie foi baixo, sendo inferior ao encontrado por VIANA et alii⁵, que foi de 4,63t, apesar de uma densidade populacional de 181 plantas por hectare, embora com mais de dez anos de idade. Por se tratar de um vegetal xerófilo, espera-se sempre um baixo rendimento, que, em parte, é compensado pela alta resistência às intempéries do meio.

No sentido de tornar mais fácil e aplicável a determinação da produtividade tentou-se por meio da análise de regressão, um método que pudesse substituir a medida direta da pesagem total de folhas e ramos de brotação recente. Quando tomou-se o diâmetro médio da copa como variável independente, obteve-se a equação de regressão $Y = 0,06 + 0,006X$, com uma correlação $r = 0,455$, significativa ao nível de 5%. Tomando-se o diâmetro do tronco como variável independente, a equação de regressão obtida foi $Y = 0,18 + 0,28X$, com correlação $r = 0,453$, significativa ao nível de 5%. As baixas correlações obtidas, com $r^2 = 0,453$, significativa ao nível de 5%. As baixas correlações obtidas, com $r^2 = 0,20$ (que significa 20% de associação entre a produtividade e os diâmetros da copa e tronco) estão de acordo com OLIVEIRA et alii³, quando admitem sucesso com esta técnica apenas em algumas espécies. Neste caso,

os resultados auferidos estão mais para a exceção devido a produtividade guardar pequena dependência dos diâmetros.

Proteína bruta e palatabilidade - Os teores de proteína bruta na massa verde, no feno e matéria seca estão registrados na TABELA 3, com os valores 3,45; 14,06 e 16,27, respectivamente. Esses valores podem ser considerados bons e são superiores aos encontrados por GOMES², para o farelo do caule da faveleira na forma de feno e matéria seca.

CONCLUSÕES

Considerando não haver diferença significativa entre épocas de poda, confirma-se o xerofilismo da espécie;

Tendo em vista a não significância estatística entre os tipos de poda, pode-se admitir que o corte da faveleira sem espinho pode ser feito entre 50 e 150cm de altura;

A produtividade de massa verde foi baixa, enquanto o teor de proteína bruta foi bom e o índice de palatabilidade excelente;

Observando a pequena produtividade alcançada com esta espécie e nas condições em que o trabalho foi conduzido, admite-se não ser satisfatório o seu cultivo para o fim proposto; e

Considerando as virtudes positivas desta espécie, sugere-se que, na implantação de novos trabalhos, seja adotada uma densidade populacional maior e uma idade mais avançada para a prática do primeiro corte de utilização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRAGA, R. **Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará**. 2a. ed. Imprensa Oficial, Fortaleza, 1960. 540p.
2. GOMES, R.P. **Forragens Fartas na Secca**. 2a. ed. Livraria Nobel SA, São Paulo, 1973, 233p.
3. OLIVEIRA, M.C. de; ALBUQUERQUE, S.G. de & SILVA, A.C.M.M.S. Avaliação indireta da Produtividade de Forrageiras Arbustivas e Arbóreas Exóticas e Nativas da Caatinga. In:

- Anais da 18a. Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Goiânia, 1981, p. 11. (resumos).**
4. SOUZA, A.A. de; MARTINS, C.B. & LIMA, F.P. **Valor Nutritivo do Feno da Faveleira. In: Anais da 17a. Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Fortaleza, 1980, p. 74 (resumos).**
 5. VIANA, O.J; MARTINS, C.B. & LIMA, F.P. **Estudo do Valor Forrageiro da Faveleira. In: Anais da 17a. Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Fortaleza, 1980, p. 604 (resumos).**
 6. VIANA, O.J. **Estudo da Disseminação, Perpetuação e Desenvolvimento da Faveleira sem Espinho, Cnidoscolus phyllacanthus. In: Anais da 18a. Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Goiânia, 1981, p. 15 (resumos).**

PLANTAS FORRAGEIRAS XERÓFILAS - II - LEUCENA, (*Leucaena leucocephala*) (Lam.) de Wit., NO SEMI-ÁRIDO CEARENSE¹

Obed J. Viana² e
Maria Socorro S. Carneiro³

RESUMO

Foi realizada na fazenda experimental "Lavoura Seca", localizada em Quixadá-Ce, uma pesquisa com a leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.), delineada para avaliar o efeito de tipos de poda em diferentes épocas. O solo onde o trabalho foi implantado é do tipo bruno não cálcico, textura média cascalhenta, fase caatinga hiperxerófila, relevo plano e suave ondulado, com erosão laminar moderada, raso e imperfeitamente drenado. Foram testados três tipos de poda (baixa = 40cm, média = 80cm e alta = 120cm) e duas épocas de poda (inverno e verão), com 6 repetições. Foi realizado um teste de aceitação com ovinos e uma avaliação para determinação indireta da produtividade de massa verde. Os resultados obtidos para a produtividade de massa verde mostraram significância estatística apenas entre as épocas de corte. A produtividade acentuada no período chuvoso permite supor que a leucena é um vegetal mesoxerófilo. A semelhança estatística entre os tipos de poda mostrou que a leucena pode ser cortada em qualquer das alturas de poda estudadas. O teor de proteína bruta e o índice de aceitação do feno podem ser considerados regular e excelente, respectivamente. Embora a produtividade de massa verde tenha sido modesta, é justificável e até aceitável a exploração desta espécie para fins forrageiros nas condições ambientais que este experimento foi conduzido.

PALAVRAS-CHAVE: Tipos de poda, época de corte, leucena, semi-árido.

SUMMARY

An experiment in order to evaluate in leucaena the effect of types of cutting during different seasons, was conducted at the Lavoura Seca Experimental Field, Quixadá, Ceará, Brazil. The soil used was a noncalcic brown soil, gravelly medium texture, caatinga hyperxerophilous phase, relief plain to gently sloping, with moderate laminar erosion, shallow and imperfectly drained. The experiment tested three types of cutting - low = 40cm, medium = 80cm and height = 120cm - and two times of cutting (winter and summer), with six replications. A test to verify the acceptability of the plant by sheep and indirect estimation of the green biomass productivity was done. The results of green biomass productivity showed statistical significance difference only between times of cutting. The higher productivity observed in the rain season showed that leucaena is a mesoxerophilous plant. Absence of statistical difference between types of cutting showed that leucaena may be cutting at any level studied. The crude protein contents and the acceptance of leucaena hay may be considered regular and excellent, respectively. In spite of the low green biomass productivity observed, the authors concluded that the exploration of leucaena as a forage is acceptable under similar environmental conditions that this research was done.

KEY WORDS: Cutting types and seasons, leucaena.

¹ Pesquisa Financiada pelo PDCT/NE/CE 9 - Convênio UFC/CNPq/BID.

² Professor Adjunto do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará.

³ Engenheira Agrônoma da Universidade Federal do Ceará.

INTRODUÇÃO

A leucena é uma leguminosa perene, exótica, introduzida no Ceará, em dezembro de 1962, com o nome específico **Leucaena glauca**, com sementes procedentes da Estação Experimental do km 47 - Rio de Janeiro (VIANA⁹).

Segundo HAVARD-DUCLOS³ trata-se de um vegetal originário da América Tropical, que cresce de 3 a 4m e que os animais consomem as suas folhas, vagens verdes e sementes cozidas ou trituradas. PUPO⁶ refere-se a esta planta como originária das Américas Central e do Sul, a qual cresce até 10 a 12m e graças a seu sistema radicular forte e profundo, e dotada de grande resistência à seca.

De acordo com MITIDIÈRE⁴, a leucena é conhecida há mais de 2.000 anos pelos Maias e Zapotecas, existindo cerca de 20 a 40 espécies, com mais de 100 variedades. Segundo referido autor, para formação de bosques com este vegetal recomenda-se o plantio no espaçamento de 80 a 120cm entre linhas, enquanto para consórcio com capins, 2 a 3m, e as podas de utilização deverão ser feitas a uma altura de 50 a 80cm. SEMPLE⁷ afirma que as hastes principais devem ser podadas regularmente a uma altura de 1m ou pouco mais, de modo que o gado tenha sempre novos brotos para comer.

A leucena apresenta um crescimento extraordinário e produz cerca de 12.500 kg de matéria seca por hectare por ano, com um conteúdo médio de proteína bruta em torno de 21 a 24%, e a poda deverá ser feita a 1,5m de altura do solo, para que fora do alcance dos animais (AGROCIRES¹).

SOUZA⁸, estudando a leucena, variedade Cunningham, em solos aluvionais e em regime de irrigação, usando um espaçamento de 1,0m x 1,0m entre linhas contínuas, acusa uma produtividade de 11,8 toneladas por hectare por corte de massa verde e 20 a 25% de proteína bruta na matéria seca, com a possibilidade de cinco cortes por ano.

Este trabalho objetivou avaliar o potencial da leucena, variedade Cunningham, em

diferentes alturas de podas, num clima semi-árido e num solo tido como marginal.

MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa, foi instalada na fazenda "Lavoura Seca", em zona semi-árida da região do sertão central, Quixadá, Ceará, cuja precipitação pluviométrica, no período do ensaio (1985-1989), está contida na Tabela 1. O solo de implantação do referido trabalho foi classificado como Bruno não Cálcico, textura média cascalhenta, fase caatinga hiperxerófila, relevo plano e suave ondulado, com erosão laminar moderada, raso e imperfeitamente drenado.

O delineamento estatístico foi em blocos ao acaso, num esquema fatorial de 3 x 2 (três tipos e duas épocas de poda), com 6 repetições, sendo útil por parcela apenas uma planta. As épocas constaram do corte das plantas no período chuvoso e o período de estiagem. Os tipos de poda foram: baixo — 40cm do solo; média — 80cm do solo; e alta — 120cm do solo.

As mudas foram plantadas no local definitivo, quando tinha uma altura de 20 a 30cm, num compasso entre linhas e plantas de 1,5m x 1,5m, correspondendo a uma densidade populacional de 4.444 plantas por hectare.

A aplicação dos tratamentos (tipos de poda) foi feita por grupo de seis plantas, correspondendo a uma repetição, quando a haste principal destas atingiam o tamanho mínimo de 130cm.

Foi realizado um teste de aceitação com o feno desta espécie, por meio do consumo com ovinos, juntamente, com o feno de outras espécies (**Cnidoscolus phyllanthus**, **Cassia seamea**, **Mimosa caesalpinifolia** e **Parkinsonia aculeata**).

Procedeu-se uma avaliação indireta da produtividade segundo a técnica usada por OLIVEIRA, ALBUQUERQUE & SILVA⁵. Para tanto foram utilizados 36 indivíduos, onde foi mensurado em cada um o diâmetro do tronco (a uma altura de 40cm do solo) e o diâmetro da copa (média de duas medições cruzadas).

As análises estatísticas foram realiza-

das segundo GOMES² e os dados utilizados constaram da média de dois cortes para cada época.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produção direta e indireta de massa verde - Avaliando-se a produção de massa verde, média de dois anos, observou-se pela análise de variância que houve significância estatística ($P < 0,01$) somente para épocas de poda, não se constatando diferença significativa entre os tipos de poda nem efeito de interação entre épocas versus tipos de poda.

Na Tabela 2 estão contidos os dados médios da produção de massa verde. Nota-se aí que, independente dos tipos de poda, a produção média de massa verde na época chuvosa foi de 6,2t/ha superior ($P 0,01$) à produção na época de estiagem, com apenas 2,1t/ha. Esta diferença permite supor que a leucena não seria um vegetal tipicamente xerófilo e sim mesoxerófilo, de vez que responde muito bem à umidade, devendo-se, no entanto, destacar a sua grande resistência à estiagem. Observa-se, também, que tanto na época chuvosa como na época de estiagem, a menor produção ocorreu quando a planta recebeu poda alta (120cm do solo), obtendo-se as respectivas produções de 5,4 e 1,5t/ha. Constatou-se, ainda, que, independente da época de corte a maior produção média anual ocorreu quando a planta recebeu poda baixa (40cm do solo) com 4,7t/ha, seguida da poda média (80cm do solo) com 4,4t/ha.

Baseados nos resultados expostos na Tabela 2, nota-se que a maior produção da leucena se deu na época chuvosa com 6,7t/ha (poda média). Este resultado está aquém daquele obtido por SOUZA⁸, em torno de 11t/ha por corte em que foi usado um outro método de plantio, correspondente a uma maior densidade populacional e num solo nobre (aluvião) sob regime de irrigação.

Estudo de correlação entre o diâmetro médio da copa com a produção de massa verde por hectare, apresentou um coeficiente de correlação $r = 0,49$, significativo ao

nível de 1% de probabilidade. A equação de regressão obtida, que expressa a produção em função do diâmetro da copa, foi $Y = -3,75 + 0,06X$. Esta correlação baixa, com um $r^2 = 0,24$ indicativo de 24% de associação entre a produção de massa verde e o diâmetro da copa, mostra que não seria de bom alvitre se estimar a produtividade da planta pela medida do diâmetro da copa, o que, de qualquer modo, corrobora com a ressalva feita por OLIVEIRA, ALBUQUERQUE & SILVA⁵, quando supõem haver sucesso com esta técnica não em todas as espécies.

Determinou-se, também, o coeficiente de correlação existente entre o diâmetro do tronco e a produção de massa verde. A análise revelou um $r = 0,72$, significativo ao nível de 1% de probabilidade. A relação entre a produção e o diâmetro do tronco foi explicada pela equação $Y = -4,76 + 3,25X$. Considerando-se o valor médio da correlação auferida, com $r^2 = 0,51$, que mostra 51% de associação entre a produção de massa verde e o diâmetro do tronco, é possível se admitir coerência para o uso da técnica tendo em vista o diâmetro do tronco como variável independente, corroborando assim com OLIVEIRA, ALBUQUERQUE & SILVA⁵, que admitem sucesso da técnica com algumas espécies.

Proteína bruta e palatabilidade - A percentagem de proteína bruta (média dos diferentes tipos de poda) do corte feito na época chuvosa, foi de 3,87, 10,93 e 11,85 para massa verde, feno e matéria seca, respectivamente (Tabela 3). Tomando-se a matéria seca como referência, observa-se que o teor de proteína bruta foi inferior ao citado pela AGROCERES¹ com 21 a 24% e ao encontrado por SOUZA⁸ que foi de 20 a 25%.

Acredita-se que esta marcante diferença se deva em parte, ao tipo de solo e, principalmente, à pequena relação folha/caule da leucena colhida neste trabalho. Verificou-se, ainda, a Tabela 3, constata-se que o índice de palatabilidade foi muito alto (100%), o que denota a grande aceitação dessa planta pelos ovinos.

TABELA 1 - Dados de Precipitação Pluviométrica (mm) na "Fazenda Lavoura Seca", Quixadá-Ce, Referente ao Período de 1985 a 1989.

Meses	Anos				
	1985	1986	1987	1988	1989
Janeiro	332,5	64,4	25,9	56,6	71,6
Fevereiro	329,4	206,8	56,7	82,4	14,8
Março	312,5	313,1	155,0	123,6	151,1
Abril	422,5	557,3	117,4	348,3	568,8
Maio	98,3	186,7	17,2	167,4	223,3
Junho	81,4	47,9	115,2	84,5	92,5
Julho	189,5	25,7	5,5	46,8	—
Agosto	6,3	27,2	11,4	6,1	—
Setembro	0,0	0,0	0,0	2,8	—
Outubro	0,0	0,0	0,0	3,5	—
Novembro	0,0	0,0	0,0	1,4	—
Total	1.772,4	1.229,1	504,3	923,4	1.122,1

TABELA 2 - Produção Média de Massa Verde (t.ha-1), Média de Dois Cortes por Época, da Leucena - **Leucaena leucocephala** (Lam.) de Wit., var. Cunningham, Referente a Três Tipos e Duas Épocas de Poda.

Épocas	Poda			Média Geral
	Baixa	Média	Alta	
Chuvosa	6,6	6,7	5,4	6,2a
Estiagem	2,8	2,0	1,5	2,1b
Média Geral	4,7	4,4	3,5	—

TABELA 3 - Dados do Teor de Proteína Bruta e Índice de Palatabilidade da Leucena - **Leucaena leucocephala** (Lam.) de Wit., var. Referente a Época Chuvosa de 1988.

Componentes	Massa Verde	Feno	Matéria Seca
Proteína Bruta	3,87	10,93	11,85
Palatabilidade	—	100,00	—

CONCLUSÃO

A diferença altamente significativa ($P < 0,01$) encontrada entre épocas de corte, com maior produtividade no período chuvoso, permite admitir que a leucena não é um vegetal tipicamente xerófilo e sim mesoxerófilo;

A não significância estatística ($P < 0,05$) entre os diferentes tipos de poda, não mostrou que a altura do corte da leucena influencia a produção de massa verde;

O teor de proteína bruta encontrado e o índice de aceitação do feno pelos ovinos, podem ser considerados como regular e excelente, respectivamente;

Apesar da produtividade de massa verde não ter sido expressiva, no entanto, acredita-se que é justificável e até aceitável a exploração da leucena para fins forrageiros, em condições mesológicas semelhantes a que este trabalho foi realizado, e

Por outro lado, sugere-se que, para se obter um maior valor produtivo desta espécie, nas condições em que este trabalho foi conduzido, seria necessário um aumento da densidade populacional das plantas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AGROCERES - Pastagens melhoradas - alternativa para um rebanho mais produtivo. 1a. ed. São Paulo, 1978, 48p.
2. GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**, 3a. ed. Editora Nobel, Piracicaba - SP., 1966, 404p.

3. HAVARD-DUCLOS, B. Las plantas forrageiras tropicales, 1a. ed. Editorial Barcelona, Editorial Blume, 1969, 380p.
4. MITIDIERE, J. **O valor da leucena** - banco de proteínas para o gado, Pecuária, Ano XIX, no. 90, 1979, p. 22.
5. OLIVEIRA, M.C. de; ALBUQUERQUE, S.G. de & SILVA, C.M.M.S. Avaliação indireta da produtividade de forrageiras arbustivas e arbóreas exóticas e nativas da caatinga. In: **Anais da 18a.** Reunião Brasileira de Zootecnia, Goiânia, 1981, p. 11. (resumos).
6. PUPO, N.I.H. **Manual de pastagens e forrageiras**. Campinas, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1980, 343p.
7. SEMPLÉ, A.T. **Mejora de los pastos del mundo**. Roma, FAO, 1954, 169p.
8. SOUZA, A.A. de. **Estudo de sistemas de plantio, manejo e espaçamento da Leucena - Leucaena leucocephala** (Lam.) de Wit. Relatório Técnico-Científico Apresentado ao CNPq, Fortaleza, 1987, 22p. (mimeografado).
9. VIANA, O.J. Introdução de plantas forrageiras, In: Arquivo de Setor de Forragicultura do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, ficha no. 106, Fortaleza - CE, 1962.

IDENTIFICAÇÃO MINERALÓGICA DAS FRAÇÕES AREIA E ARGILA DOS SOLOS ALUVIAIS DO PERÍMETRO K DO PROJETO DE IRRIGAÇÃO DE MORADA NOVA, CEARÁ¹.

Fernando F.H. Ferreyra² e
Fátima R. Silva³

RESUMO

Em amostras de 0-20cm de profundidade de solos aluviais do Perímetro K do Projeto de Irrigação de Morada Nova-CE, foram analisadas os minerais das frações areia e argila. As amostras foram tratadas para eliminação dos sais solúveis, matéria orgânica e sesquióxidos. A identificação dos minerais da fração areia foi feita por microscopia petrográfica e da fração argila através de difratogramas de raios X em amostras saturadas com K^+ , Na^+ , Mg^{++} e Mg^{++} + etileno glicol. Os resultados mostraram que, na fração areia, o mineral predominante é o quartzo (90-96%), seguido das micas biotita intemperizada e muscovita e traços de outros minerais. Os difratogramas de raios X mostraram que, nos três solos estudados, a fração argila era uma mistura na qual predominavam os minerais expansíveis (vermiculita e montmorilonita) e os não expansíveis (micas e ilite) na razão de 2 para 1, seguidos de caulinita e quartzo.

PALAVRAS-CHAVE: Solos aluviais, composição mineralógica.

SUMMARY:

Aluvial soil samples 0-20cm deep of a irrigation area at Morada Nova, Ceara, Brazil, were analyzed for sand and clay fractions. Samples were treated in order to eliminate salts, organic matter and sesquioxids. The identification of sand was done by petrographic microscopy and fraction by X rays difratograms in saturated samples with K^+ , Na^+ , Mg^{++} and Mg^{++} + glicol etilene. The results showed that in sand fraction 90-96% was quartz,

followed by intempered biotite and muscovite micas plus other mineral traces. The X rays difratograms showed that clay fraction was a mixture in the ratio 2:1 expansive minerals (vermiculite and montmorilonite) and the non-exoansive (micas and ilite) plus caulinite and quartz.

KEY WORDS: Aluvial soil, mineralogical fraction.

INTRODUÇÃO

A frequência e distribuição de minerais nos solos varia com a intensidade dos fatores de sua formação. O material de origem fornece o grupo inicial de minerais que pode ter grande influência sobre as propriedades e características dos solos. Os fatores de formação - clima, relevo, agentes bióticos e tempo influenciam fortemente a composição do solo, controlando as reações de intemperismo que alteram os minerais fornecidos pela rocha matriz (JACKSON⁴). Os componentes inorgânicos dos solos comumente estão representados por um número limitado de espécie que, na sua maioria, possuem estrutura definida, embora em algumas - minerais intermediários e amorfos - a estrutura é pouco definida (BESOAIN¹).

O Perímetro K do Projeto de Irrigação de Morada Nova-CE compreende solos aluviais derivados de sedimentos arenosos, siltosos e argilosos depositados pelo rio Banabuiú durante o holoceno (DNOCS³). Trata-se de solos eutróficos pouco desenvolvidos, com um horizonte A superficial dife-

1 Trabalho financiado pela FINEP e PDCT/NE/CE-17 (UFC/CNPq/BID).

2 Professor do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará e Pesquisador-bolsista do CNPq.

3 Pesquisadora do PDCT/NE/CE 17.

renciado, subjacente a camadas estratificadas, as quais, normalmente, não guardam relações pedogenéticas entre si. Tais solos variam de moderadamente profundos a muito profundos, com drenagem de moderada a imperfeita (JACOMINE et alii⁵, DNOCS³).

A área apresenta clima do tipo Aw' segundo Koeppen, com precipitação média anual de 600mm, temperatura média anual de 26,2°C e evaporação média diária de 7,5mm. A estação chuvosa - entre janeiro e junho - é seguida de um período seco de seis a oito meses, sendo a irregularidade na intensidade e distribuição das chuvas a característica peculiar da região.

Apesar de serem solos de alto potencial agrícola, usados intensamente com diferentes culturas, poucas são as informações existentes acerca de sua composição mineralógica, cujo conhecimento contribuiria para a explicação das propriedades e comportamento desses solos.

O presente trabalho tem como objetivo a identificação semi-quantitativa e qualitativa dos minerais das frações areia e argila dos solos aluviais do Perímetro K do Projeto de Irrigação de Morada Nova-CE.

MATERIAL E MÉTODOS

No perímetro em estudo foram coletadas amostras na profundidade de 0-20cm em três solos aluviais de diferentes texturas: dois eutróficos (Typic Torrifluent) de textura média - K-2 e K-6 -, e um vértice (Vertic Torrifluent) de textura argilosa - K - 14. As características físicas e químicas dos solos em referência constam da Tabela 1.

Para a identificação dos minerais das frações areia e argila, amostras de 20g de TFSA dos três solos foram colocadas em becker de 600ml, adicionando-se 100ml de NaOAc 1N, aquecidas em banho-maria a 70°C por 30 minutos e eliminado o sobrenadante. A operação foi repetida por três vezes para eliminação dos sais solúveis. Em seguida, removeu-se a matéria orgânica com H₂O₂ (30 vol.), de acordo com a metodologia descrita por CARVALHO Fo.² e MOREIRA⁸; e procedeu-se à remoção

dos óxidos de ferro seguindo-se o método adotado por KUNZE⁶. Em seguida, após dispersão das amostras, efetuou-se a separação das areias por tamização em peneira com malha 0,053mm (ABNT-No. 270), coletando-se também a argila e o silte em suspensão. A argila suspensa foi separada após sedimentação do silte e subdividida em três frações para saturação do K⁺, Na⁺ e Mg⁺². A saturação das argilas foi realizada equilibrando-se por três vezes com soluções de KCl, NaCl e MgCl₂·6H₂O 1N, separando-se os sobrenadantes por centrifugação. O excesso de cloretos foi eliminado por lavagens sucessivas com metanol a 50%, e acetona a 95%, comprovando-se sua ausência com AgNO₃ 0,05N. As argilas saturadas foram secas em estufas a 40°C e, em seguida, destorroadas em almofariz e colocadas em recipientes apropriados. As frações areia e argila, assim preparadas, foram analisadas no Laboratório de Mineralogia do Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, no Rio de Janeiro. A identificação dos minerais da fração areia foi realizada através da microscopia petrográfica, segundo a descrição das espécies minerais de MILNER⁷. Na fração argila foram obtidos difratogramas de raios X das amostras saturadas com K⁺, Na⁺, Mg⁺² e Mg⁺² + etileno glicol a 25°C. Nesta fração também foram obtidos difratogramas às temperaturas de 300 e 500°C. Usou-se um aparelho de Raios X Rigatu Geigerflex Dmax II nas seguintes condições: Radiação CuK - potência (voltímetro) 35Kv; corrente (amperímetro) 15 ma; ângulo de varredura 20 (2º a 30º e 2º a 15º); velocidade de varredura (goniômetro) a 2º por minuto; velocidade do papel 10mm/min.; tempo constante 1seg.; relação de contagem (cps) 1000; fendas 1º. DS; 0,15º. RS; 1º. SS; filtro Ni.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado das análises mineralógicas da fração areia dos solos K-2, K-6 e K-14 consta na Tabela 2. Na fração areia dos referidos solos foram identificados os mesmos componentes minerais, observando-se

TABELA 1 - Análises Físicas e Químicas dos Solos Aluviais K-2, K-6 e K-14 do Perímetro K do Projeto de Irrigação de Morada Nova-CE.

Características	K-2	K-6	K-14
Areia (2,00 - 0,05mm) (%)	68	57	41
Silte (%)	18	25	30
Argila (%)	14	18	29
Grau de Floculação (%)	69	59	57
Classificação Textural	fr.ar.	fr.ar.	fr.arg.
pH (Água 1:1)	7,3	7,1	7,0
CE (mS/cm a 25°C)	0,7	0,7	1,3
Complexo Sortivo (meq/100g)			
Ca ⁺²	7,3	9,5	15,3
Mg ⁺²	0,5	0,2	0,6
Na ⁺	0,29	0,29	0,57
K ⁺	0,22	0,37	0,47
C T C	8,3	10,4	16,9
P S T	3,5	2,8	3,4
RAS (mmol/l) ^{1/2}	3,1	2,5	2,7

TABELA 2 - Constituintes da Fração Areia e Composição Qualitativa dos Minerais da Fração Argila.

Solo	Constituintes Minerais	Mineral de Argila
K-2	96% de quartzo, grãos geralmente angulosos e sub-angulosos, incolores e brancos, brilhantes e foscos; 40% de mica muscovita; traços de zircão, sillimanita, anfibólio, epidoto, turmalina, feldspato (microclina e plagioclásio) de detritos.	Calinita, Mica ou Ilita, Montmorilonita e Vermiculita.
K-6	90% de quartzo, grãos angulosos, superfícies, irregulares, incolores e brancos, brilhantes e foscos; 10% de mica muscovita; traços de granada, anfibólio, turmalina, molibdenita, feldspato (microclina e plagioclásio), epidoto, zircão, sillimanita e detritos.	Caulinita, Mica ou Ilita, Montmorilonita e Vermiculita.
K-14	90% de quartzo, grãos angulosos, subangulosos, superfícies irregulares, incolores e brancos, brilhantes e foscos; 10% de mica biotita intemperizada e mica muscovita; traços de turmalina, anfibólio, epidoto, sillimanita, feldspato (microclina e plagioclásio) granada, molibdenita e detritos.	Caulinita, Mica ou Ilita, Montmorilonita e Vermiculita.

pequenas diferenças nas proporções encontradas. O quartzo apresentou-se como o mineral predominante, com teores variando de 90 a 96% do total, seguido das micas, biotita intemperizada e muscovita, com teores que variaram de 4 a 10%, além de traços de outros minerais (zircão, sillimanita, anfibólio, epidoto, turmalina, feldspato).

A identificação qualitativa dos minerais da fração argila é apresentada na Tabela 2. Verificou-se composição similar nos três solos estudados nas FIGs. 1, 2 e 3 são expressos os difratogramas de raios X da fração argila saturada com K^+ , Mg^{+2} , Mg^{+2} + etileno glicol e Na^+ X em lâminas orientadas, para os solos K-2, K-6 e K-14, respectivamente. Nas citadas figuras observa-se que a fração argila dos três solos é dominada por minerais 2:1 expansíveis (vermiculita e montmorilonita) e expansíveis (mica ou illita), seguidos de caulinita e quartzo.

Nos difratogramas das amostras saturadas com K^+ , através dos espaçamentos basais, foi evidenciada a presença de caulinita ($7,0$ e $3,5A^\circ$), mica ou illita ($10A^\circ$) e quartzo ($3,3A^\circ$). Nesses difratogramas, espaçamentos superiores a $12A^\circ$, característicos das argilas 2:1 expansíveis, não foram identificados. Quando as amostras foram saturadas com Mg^{+2} e Mg^{+2} + etileno glicol os difratogramas evidenciaram a presença de minerais de argila com espaçamentos basais superiores a $13,5A^\circ$, pelo aparecimento de picos difusos e pouco diferenciados entre si, sugerindo a presença de minerais 2:1 associados.

A presença de caulinita nos solos foi confirmada pelo desaparecimento do espaçamento de $7,0A^\circ$ nos difratogramas das argilas saturadas com K^+ e aquecidas a $500^\circ C$, como ilustrada na FIG. 4 para o solo K-2. Na referida temperatura a estrutura da caulinita é destruída, desaparecendo os picos de difração (BESOAIN¹). A largura e assimetria do pico de $7,0A^\circ$ indicam que a caulinita se encontra mal cristalizada e está acompanhada de haloisita e meta-haloisita (POTTER & KAMPF⁷). Com o aquecimento foi observada, também, uma maior intensidade do pico de $10,0A^\circ$, o qual é decorrente da contração dos espaçamen-

tos basais da vermiculita e conseqüente transformação para mica ou illita.

Nas reflexões dos minerais de argila 2:1 expansíveis apresentadas nos difratogramas das amostras saturadas com Mg^{+2} e Mg^{+2} + etileno glicol (FIGs 1, 2 e 3) foram identificadas a vermiculita e a montmorilonita. A primeira se caracteriza por não se expandir além de $14,6A^\circ$ quando saturada com Mg^{+2} e Mg^{+2} + etileno glicol. A série de picos observados próximos ao da montmorilonita ($17,6A^\circ$) indica que esta não se encontra diferenciada. Segundo BARSHAD & KISHK, citado por BESOAIN¹, entre a montmorilonita e a vermiculita se desenvolve uma série mineralógica contínua. Nas referidas figuras 1, 2 e 3, observa-se também, nos difratogramas das amostras saturadas com Na^+ , que foram identificados pelos espaçamentos basais os minerais de argila: caulinita, mica ou illita, vermiculita e montmorilonita.

As semelhanças da composição mineralógica das frações areia e argila são explicáveis pelo fato dos três solos estarem localizados próximos um dos outros e terem como material originário os mesmos sedimentos aluviais do rio Banabuiú.

CONCLUSÕES

Os solos aluviais do Perímetro K do Projeto Morada Nova-CE apresentaram a seguinte composição: na fração areia, o mineral predominante é o quartzo (90 a 96%), seguido das micas biotita intemperizada e muscovita (4 a 10%) além de traços de outros minerais (zircão, sillimanita, anfibólio, epidoto, turmalina e feldspato).

Os difratogramas de raios X mostraram que, nos solos estudados, a fração argila é uma mistura na qual predominam os minerais expansíveis (vermiculita e montmorilonita) e os não expansíveis (micas ou illita) na região de 2:1, seguidos de caulinita e quartzo.

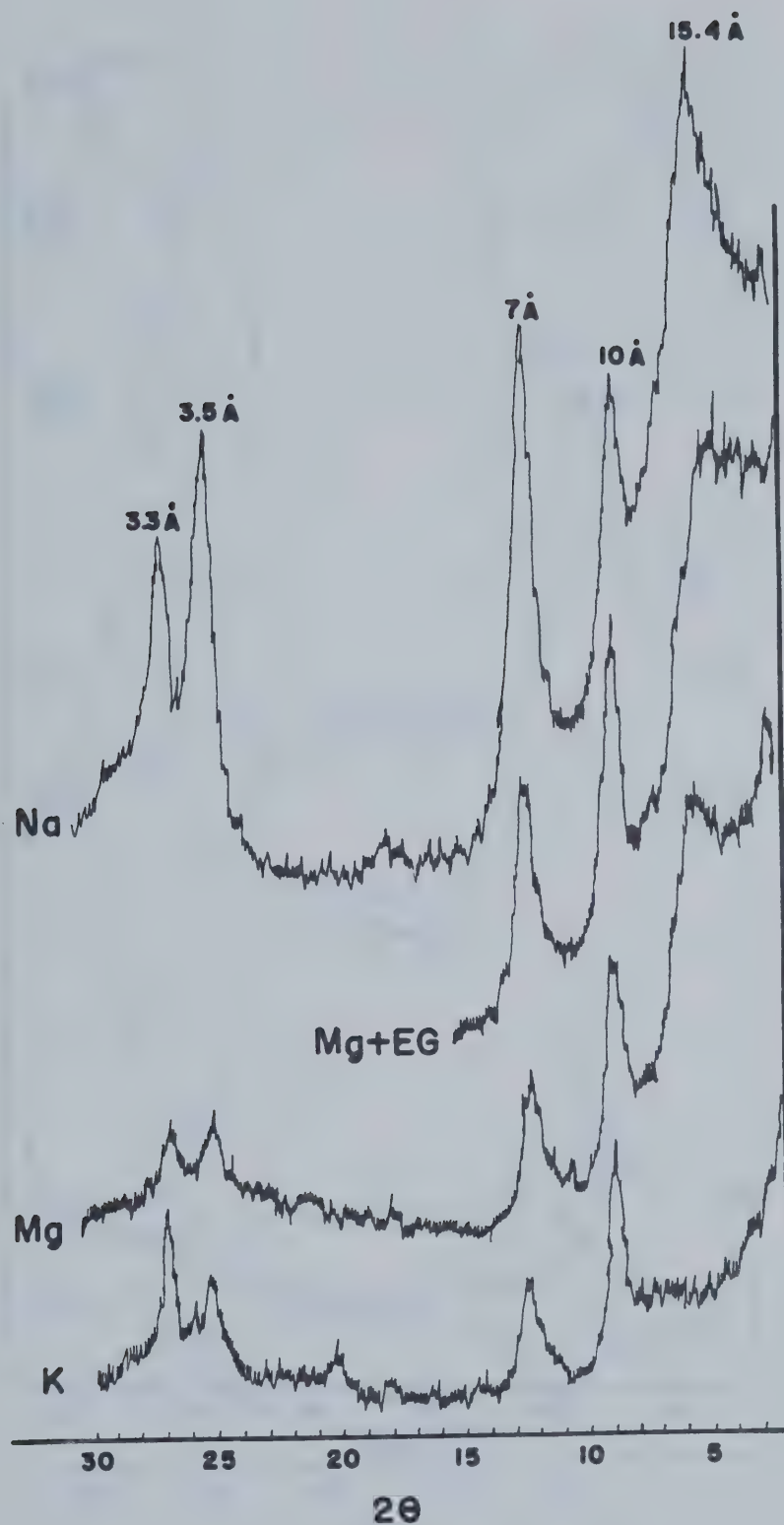


FIGURA 1

Difratogramas de raios X da fração argila do solo K-2. Amostras saturadas com K^+ , Mg^{+2} , Mg^{+2} + etileno glicol e Na^+ em montagens orientadas

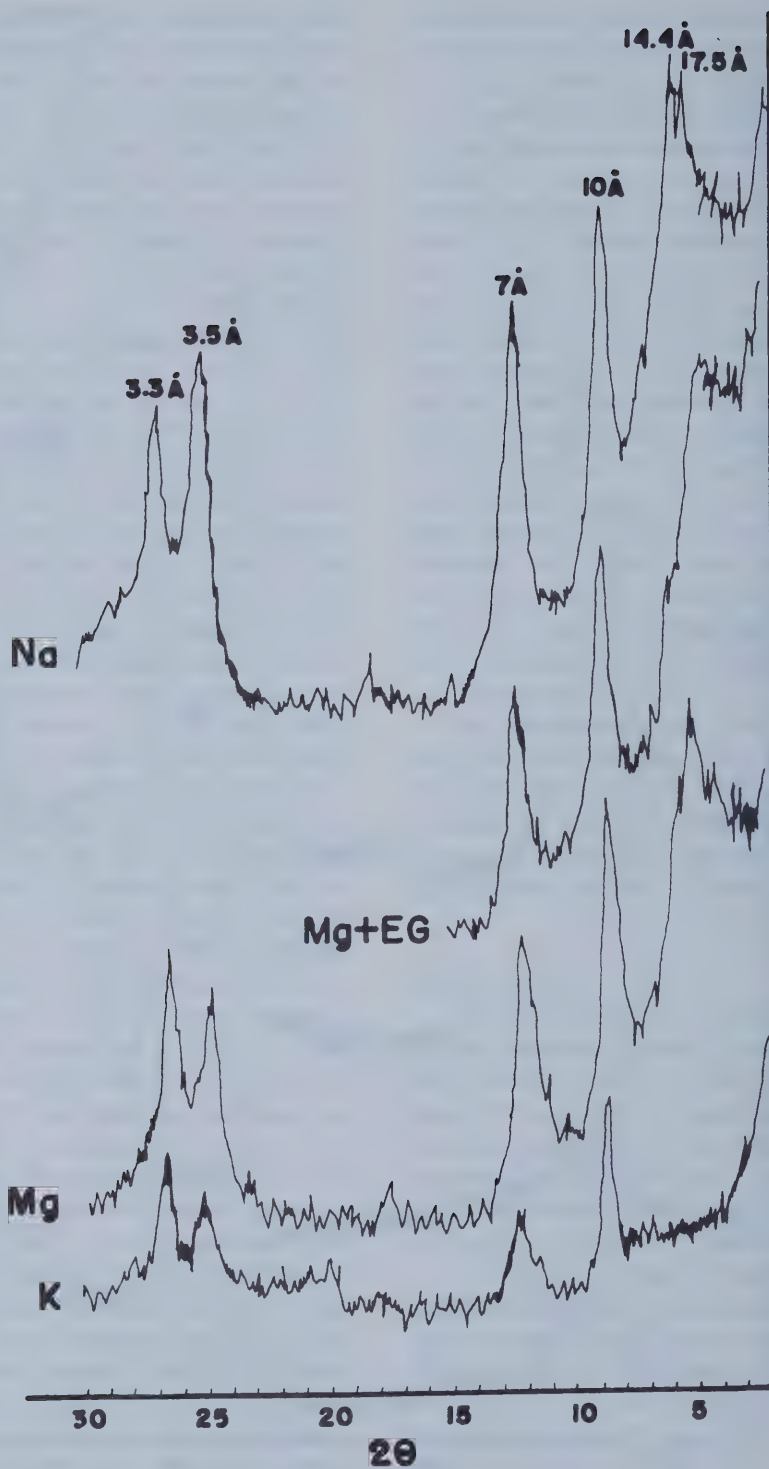


FIGURA 2

Difratogramas de raios X da fração argila do solo K-6. Amostras saturadas com K^+ , Mg^{+2} , Mg^{+2} + etileno glicol e Na^+ , em montagens orientadas

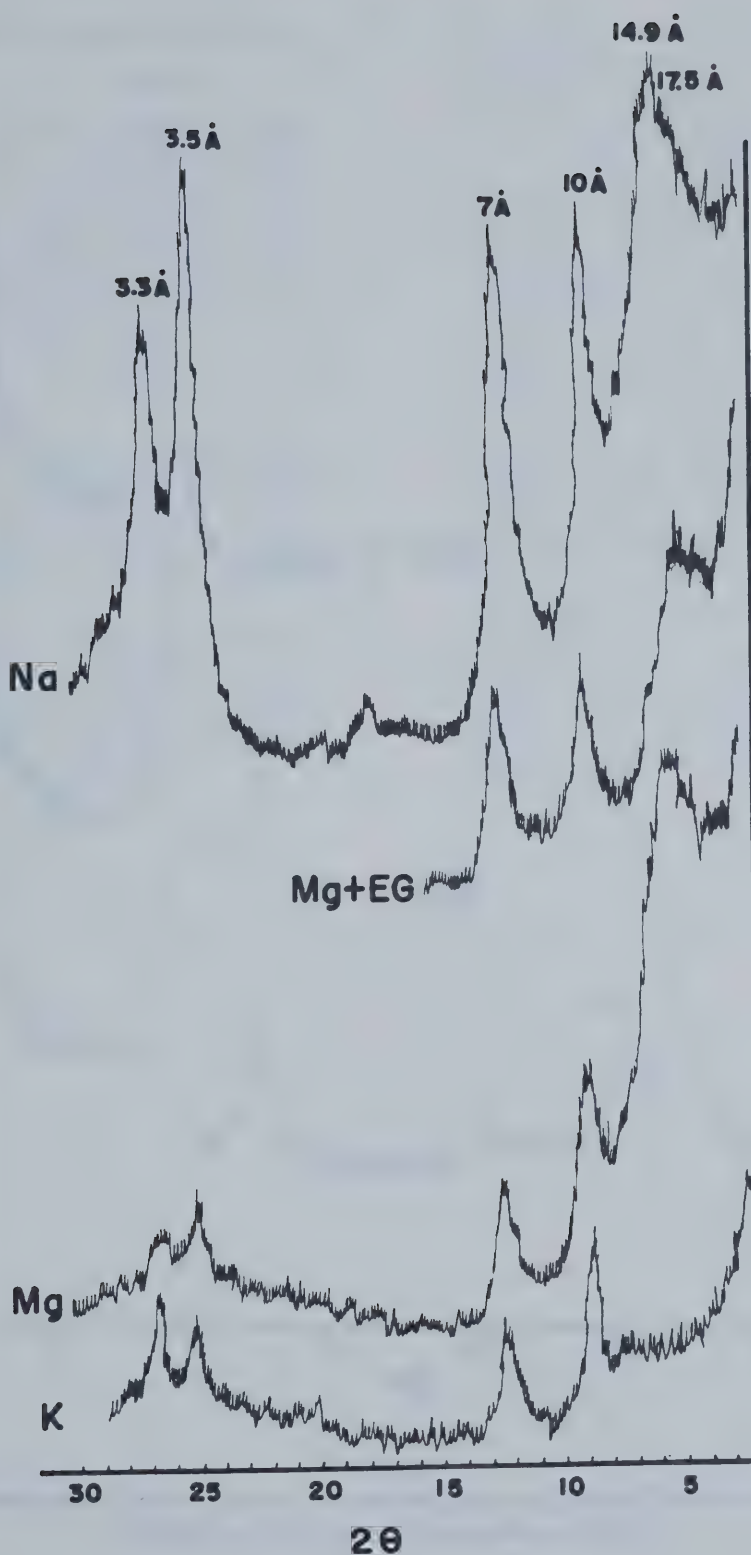


FIGURA 3

Difratogramas de raios X da fração argila do solo K-14. Amostras saturadas com K^+ , Mg^{+2} , Mg^{+2} + etileno glicol e Na^+ , em montagens orientadas

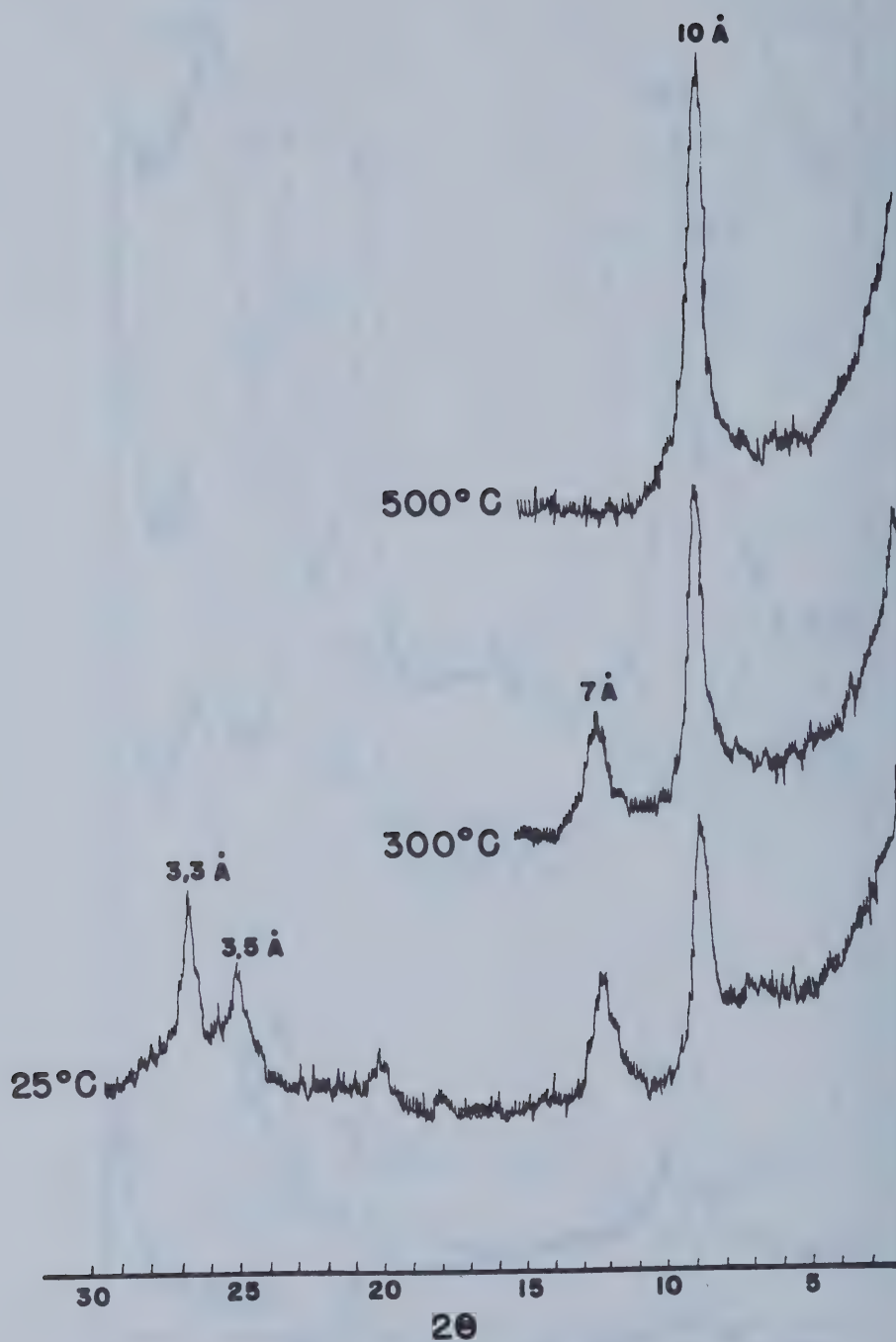


FIGURA 4

Difratogramas de raios X da fração argila do solo K-2 saturada com K^+ (amostras orientadas a 25°C e após aquecimento a 300 e 500°C)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - BESOAIN, E. **Mineralogia de arcillas de suelos**. Instituto Interamericano de Cooperacion para la Agricultura. San Jose, Costa Rica, 1985. 1216p.
- 2 - CARVALHO FILHO, R. **Caracterização e gênese de três perfis de solos do sudeste da Bahia**, Estado da Bahia. Universidade Federal do Ceará, 1981. 61p. Tese de Mestrado (mimeografada).
- 3 - DNOCS. **Levantamento Detalhado dos Solos do Perímetro K do Projeto Morada Nova-CE**. Divisão de Estudos e Projetos, Serviços de Pedologia, Fortaleza, 1978, 212p. (mimeografado).
- 4 - JACKSON, M.L. Weathering of primary and secondary minerals in soil. 9th. International Congress of Soil Science, Adelaide, 1968. **Transations Sydney**, 4:281-292, 1968.
- 5 - JACOMINE, K.K.P., ALMEIDA, J.C. & MEDEIROS, L.A.R. Levantamento Exploratório - Reconhecimento de Solos do Estado do Ceará. DPP/MA, DRN/SUDENE, **Boletim Técnico** 28(1/2), Rio de Janeiro, 1973.
- 6 - KUNZE, G.W. **Pre-treatment for mineralogical analysis**, American Society of Agronomy Inc. Publisher, Madison, Wisconsin, 568-577, 1965.
- 7 - MILNER, H.B. **Sedimentary Petrography**. 4. ed. Georgy Allen & Unwn Ltd. Londen, 1962. 715p.
- 8 - MOREIRA, E.G.S. **Caracterização e gênese de três pedons de solonetz solodizado do Sertão Central do Médio Jaguaribe, Estado do Ceará**. Piracicaba, ESALQ/USP, 1979. 83p. Tese de Doutorado (mimeografada).
- 9 - POSTER, R.O. Argilo-minerais e óxidos de ferro em cambissos e latossolos sob regime climático térmico údico. **R. bras. Ci. Solo**, 5:153-159, 1981.

ESTUDO DO COMPORTAMENTO DO CULTIVAR VALENCIANO AMARELO DE MELÃO (*Cucumis melo* L.) SUBMETIDO A DIFERENTES ESTRESSES HÍDRICOS INICIAIS¹

Eunice M. Andrade²

Omar J. Pereira³

Hermano G. Oliveira⁴ e

J. Wellington L. Pereira⁵

RESUMO

Estudou-se o comportamento do melão, cultivar Valenciano Amarelo CAC submetido a quatro diferentes estresses hídricos iniciais, através de um delineamento estatístico de blocos casualizados com quatro repetições. Os estresses aplicados foram de 10, 21 e 30 dias, respectivamente, para os tratamentos B, C e D. A irrigação do tratamento A e dos demais após a aplicação do estresse, ocorria sempre que o potencial matricial da água do solo atingia o valor de -0,5 atm. A produtividade alcançada decresceu de 21,43 a 8,98 toneladas por hectare, havendo uma economia de água entre 15% e 31%.

PALAVRAS-CHAVE: Estresse Hídrico, Melão, Irrigação, Produtividade, Economia de Água.

SUMMARY

The behavior of the cultivar yellow CAC of melon was studied under four different initial moisture stresses. Initial stresses applied were 10, 21 and 30 days to treatments B, C and D, respectively. The irrigation of treatment A and every others, always occur when

soil-water matric potential had the value of -0,5 atm. The production decreased from 21, 43, to 8,98 t/ha and have had a economy of water from 15% to 31%.

KEY WORDS: Moisture Stress, Irrigation, Melon, Productivity, Saving Water.

INTRODUÇÃO

No trópico semi-árido do Nordeste, a utilização adequada da água é de grande importância, visto a sua escassez e a má distribuição com que as precipitações ocorrem. Muitos cientistas vêm trabalhando neste sentido. PEREIRA et alii⁸ estudou o comportamento da produtividade do algodão herbáceo (*Gossipium hirsutum* L.) submetido a diferentes estresses hídricos iniciais. Autores como MAGALHÃES et alii⁷, LOPES⁶ e Da SILVA et alii³ também estudaram o efeito do déficit hídrico em diferentes culturas.

A metodologia deste trabalho foi estabelecida baseada em estudos realizados por cientistas em regiões áridas e semi-áridas do mundo, com o intuito de estabelecer manejos de irrigação por sulco adequados aos problemas de escassez d'água durante a ocorrência das secas. GUROVICH⁴ afirma que o melão pode ser manejado até a um nível de -0,5 a -0,6 atm de potencial matricial sem que a produção sofra perdas consideráveis. Neste trabalho, usou-se o cultivar Valenciano Amarelo CAC, atingindo-se uma produtividade superior à da região (15t/ha), com uma economia de água variando de 15% a 31%.

1 Trabalho financiado pelo Projeto PCDT/CE-22.

2 Enga. Agra., M.Sc. Pesquisadora do Departamento de Engenharia Agrícola do CCA/UFC - Cx Postal 12.168 - Fortaleza-CE.

3 Engº. Agrônomo, M.Sc. Professor, Pesquisador do Departamento de Engenharia Agrícola do CCA/UFC - Coordenador do PDCT/CE-22.

4 Engº. Agrônomo, M.Sc. Professor e Pesquisador do Departamento de Fitotecnia - CCA/UFC.

5 Engº. Agrônomo - Estagiário do Departamento de Enga. Agric. CCA/UFC.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental do Vale do Curu, Pentecoste-CE, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, em um solo aluvial eutrófico de textura franco arenosa. Foi utilizado o melão (*Cucumis melo* L.), cultivar Valenciano Amarelo CAC. As propriedades químicas e físicas do solo apresentadas por ANDRADE¹.

Durante a condução do experimento, no período de setembro a novembro de 1987, a temperatura média mensal foi de 27,9°C e a umidade relativa média de 66% (BOLETIM AGROMETEOROLÓGICO¹).

Adotou-se o delineamento estatístico em blocos casualizados com quatro tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram os seguintes:

TRATAMENTO A - Irrigado sempre que o potencial matricial da água do solo atingia o valor de -0,5 atm. A lâmina de água aplicada era a requerida para levar o solo à capacidade de campo.

TRATAMENTO B - A primeira irrigação ocorreu 21 dias após o plantio. As irrigações seguintes eram efetuadas sempre que o potencial matricial atingia o valor de -0,5 atm.

TRATAMENTO C - A primeira irrigação ocorreu 30 dias após o plantio. As irrigações subsequentes foram semelhantes ao do tratamento B.

TRATAMENTO D - A primeira irrigação ocorreu 40 dias após o plantio. As irrigações seguintes eram semelhantes aos tratamentos B e C.

Todos os tratamentos receberam uma pré-irrigação até a profundidade de 0,40cm. A irrigação era efetuada através de tubos janelados com válvula de controle de vazão em cada janela. As parcelas experimentais eram formadas por sulcos fechados em nível, com um comprimento equivalente à linha das plantas (3,5m). Em cada tratamento foram instaladas duas baterias de tensiômetros, cada uma contendo dois tensiômetros, nas profundidades de 10cm e 30cm. Através destes, tinha-se o controle do potencial da água do solo para as camadas de 0-20cm e 20-40cm, o que corresponde à profundidade efetiva do sistema radicular da cultura do melão.

Cada parcela experimental apresentava uma área de 40m², com quatro linhas de plantas espaçadas de 2 metros, sendo a distância entre plantas na linha de 1 metro. A área útil foi formada pelas duas linhas centrais, o que correspondia a 20m². A adubação de fundação consistiu da incorporação no solo de esterco de curral (800 g/cova) e da aplicação de úrea (10 g/cova), superfosfato triplo (20 g/cova) e do cloreto de potássio (20 g/cova). O plantio foi realizado em covas de 30 x 30cm, deixando-se, após o desbaste, duas plantas por cova. Trinta dias após a germinação, realizou-se uma adubação de cobertura com úrea, colocando-se 5 gramas por planta. O controle fitossanitário foi realizado preventivamente através de uma aplicação sistêmica de fungicidas e inseticidas, havendo assim um controle satisfatório das pragas e doenças.

As médias dos tratamentos foram comparados pelo teste de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos provocaram uma variação na lâmina líquida de água aplicada durante todo o ciclo da cultura. Na Tabela 1, encontra-se o valor total da lâmina líquida aplicada para cada tratamento.

O tratamento A foi o que recebeu maior lâmina líquida (414,30 mm) e, mesmo assim, esta lâmina é inferior à mínima recomendada por HUDSON et alii⁵ que fica em

TABELA 1 - Datas de Plantio e Irrigação, Tempo Decorrido para a Primeira Irrigação e Lâmina Líquida Aplicada. Pentecoste-Ceará, 1987.

Data	Tempo Decorrido Desde o Início (Dias)	Período de Estresse	Lâmina de Água Aplicada (mm)			
			A	B	C	D
17/09/87	—					
16/09	Pré-irrigação		47,80	47,80	47,80	47,80
23/09	Irrigação de replantio		21,28	21,28	21,28	21,28
30/09			22,42	22,42	22,42	22,42
08/10	21	—	29,60			
09/10	22	10		29,60		
15/10			26,60			
20/10	31	21		32,40	36,80	
21/10			28,80			
27/10			31,80	36,60	34,00	
29/10	40	30				35,00
03/11			41,00	33,60	33,60	
05/11						37,60
10/11			43,00	35,40	35,40	
17/11			39,20	39,20	39,20	39,20
28/11			40,20	40,20	40,20	40,20
09/12			42,60	42,20	42,20	42,20
TOTAL			414,30	380,70	352,90	285,70

TABELA 2 - Número Médio dos Frutos, Peso Médio dos Frutos e Produtividade do Melão (*Cucumis melo* L.) Cultivar Valenciano Amarelo CAC. Pentecoste-Ceará, 1987.

Tratamentos	Número Médio de frutos/ parcela	Peso Médio dos frutos/ parcela (Kg)	Produtividade (t/ha)*
A	20	1,10	13,78 ab
B	18	1,25	14,48 ab
C	24	1,41	21,43 a
D	16	1,07	8,98 b

(*) Duas medidas seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey.

torno de 500mm. Os tratamentos B, C e D receberam uma lâmina líquida inferior à do A. Foi observado que os tratamentos C e D foram submetidos a um estresse hídrico de 21 e 30 dias, respectivamente, enquanto o B não sofreu deficiência hídrica, visto que a irrigação do tratamento A, que era determinada pelo tensiômetro, ocorreu um dia antes do programado para irrigação do tratamento B, e que corresponde a um estresse hídrico de 10 dias (TABELA 1).

Em relação ao rendimento, o tratamento C foi o que alcançou maiores valores, embora tenha sofrido uma deficiência hídrica superior à dos tratamentos A e B (TABELA 2). Acredita-se que esse resultado tenha ocorrido em função da variabilidade do solo, visto que, em todos os tratamentos foi aplicado o mesmo manejo. Mesmo assim, pode-se considerar a produtividade alcançada como satisfatória, pois autores como SANTOS⁹ afirmam que a produtividade da região fica em torno de 10 a 12 toneladas/hectare.

A análise de variância foi significativa ao nível de 1%. As médias de produtividade foram comparadas pelo teste de Tukey (Tabela 2). Os tratamentos A, B e C não diferiram entre si, apesar do tratamento C, ser o de mais alta produtividade (21,4 t/ha). O tratamento D apesar de não ter apresentado diferença estatística entre A e B foi o de mais baixo desempenho produtivo, apenas 8,9 t/ha.

CONCLUSÕES

Por se tratar de um trabalho que tem apenas um ano de estudo, não se pode estabelecer conclusões definitivas. Porém, para as condições climáticas onde o trabalho foi desenvolvido, observou-se que a tensão de -0,5 atm não afetou a produtividade da cultura. As produções obtidas fora do esperado ocorreram, provavelmente, pela variabilidade espacial do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - ANDRADE, E.M. de. **Variabilidade do Potencial Matricial da Água do Solo Determinado pelo Tensiômetro**. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza 1988. 14p. (Tese de Mestrado).
- 2 - BOLETIM AGROMETEOROLÓGICO. Departamento de Engenharia Agrícola, Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, CE., XXI, No. 97 p. 1-18 jul/dez. 1987.
- 3 - DA SILVA, M.J.; DE HOLANDA, A.F.; SAUNDERS, L.C.U. et al. Fatores que Afetam a Produtividade do Algodoeiro sob Regime de Irrigação por Sulco. **Ciê. Agron., Fortaleza**, 16(1): 1-8, junho 1985.
- 4 - GUROVICH, L.A. Relatório Final de Consultoria em Manejo de Suelos y Agua. Petrolina, EMBRAPA-CPATSA, 1979.
- 5 - HUDSON T. HARTMANN, WILLIAM J. FLOCKER & ANTON M. KOFRANEX. **Plant Science, Growth, Development and Utilization of Cultivated Plants**. Cap. Vegetable Crops Grown for Fruits or Seeds. New York, Prentice-Hall 1981, p. 551-552.
- 6 - LOPES, U. El Agua como um Factor Limitante en Zonas Algodoeiras. **Femas de Orientación Agrop.**, 1(140):25-32, 1979.
- 7 - MAGALHÃES, A.A. de; MILLAR, A.A. & CHOUSHURY E.N. Efeito do Déficit Fenológico de Água Sobre a Produção de Feijão. **Turrialba**: 29(4). Trimestre Outubro-Diciembre, 1979.
- 8 - PEREIRA, O.J.; SILVA, F.P. da & ANDRADE, E.M. de. Estudo do Comportamento da Cultivar BR-1 do Algodão Herbáceo, (*Gossypium hirsutum*, L). Submetida a Estresse Hídrico Inicial. **Cien. Agron.**, Fortaleza. 17(1):29-33, junho, 1986.
- 9 - SANTOS, G.A. de S. **Uso Consuntivo da Cultura do Melão (Cucumis melo L.)**. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza 1985. 71p. (Dissertação de Mestrado).

COMPOSIÇÃO PERCENTUAL DOS ÁCIDOS GRAXOS DA FRAÇÃO LIPÍDICA DA AMÊNDOA DA CASTANHA DE DIFERENTES CLONES DE CAJU (*Anacardium occidentale* L.)

Men de Sá M. S. Filho¹
Geraldo A. Maia²
Luciano F. F. Holanda²
Humberto F. Oriá²
Gerardo S. F. Oliveira² e
Raimundo W. Figueiredo²

RESUMO

Na concepção exata do termo, não existem variedades definidas de cajueiro e sim um grande número de tipos heterogêneos resultantes, provavelmente, do tipo de polinização que é cruzada. Procedeu-se a pesquisa dos ácidos graxos do óleo da amêndoa da castanha de caju para os clones CP-06, CP-76 e CP-1001, desenvolvidos na Unidade de Pesquisa do Litoral da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará (EPACE). Após a extração do óleo, o mesmo foi metilado, procedendo-se, a seguir, a extração dos éteres metílicos e a identificação dos ácidos graxos por cromatografia gás-líquido, empregando-se o princípio da co-cromatografia, onde foram comparados os tempos de retenção e o número de átomos de carbono. A fração lipídica da amêndoa da castanha do caju dos clones em estudo, apresentou como ácidos graxos predominantes o esteárico, o oléico e linoléico, ressaltando-se o elevado conteúdo de ácido oléico. Verificou-se também uma grande predominância de ácidos graxos insaturados.

PALAVRAS-CHAVE: Composição centesimal, ácidos graxos, fração lipídica, amêndoa de caju.

SUMMARY

Based on the real concept of the term there aren't defined varieties of cashew, but a huge number of heterogeneous types, resulting probably of the kind of cross-pollination. The research of the oil fatty acid of the kernel of cashew nuts of the clones CP 06, CP 76 and CP 1001 was carried out. These clones were developed by EPACE (CEARA STATE AGRICULTURAL

RESEARCH INSTITUTION) located in Pacajus, Ceará, Brazil. After being extracted kernel oil was methylated followed by the extraction of the methyl esters and the identification of the fatty acids by gasliquid chromatography using co-chromatography principle where retention time and number of atoms were compared. The oil fraction of the cashew nut kernel showed as the dominants fatty acids the esthearic, oleic and linoleic acids, being more important oleic acid. Also, a high dominance of unsaturated fatty acid was found.

KEY WORDS: Centesimal composition, lipid fraction, fatty acid, cashew nut.

INTRODUÇÃO

Nas regiões de Maranguape, Aquiraz, Cascavel e Pacajus, no Ceará, é comum a ocorrência de um tipo de cajueiro anão conhecido por várias denominações: cajueiro precoce, cajueiro do Ceará e cajueiro de seis meses. Apresenta características botânicas, agrônômicas e fisiológicas diferenciadas das do cajueiro comum. Esta planta apresenta maior envergadura do que altura; características arbustivas, com altura média em torno de 3,5m. A copa é compacta, uniforme, arredondada e bem mais homogênea do que a do tipo comum. Produz castanhas de tamanho pequeno com média de 5 g e pedúnculos grandes (88% a 96% do peso total destes mais castanha). O seu período de frutificação é mais extenso do que o cajueiro comum, chegando, por vezes, até 8 meses do ano.

A Unidade de Pesquisa do Litoral da

1 Eng^o. Químico. M.Sc. Núcleo de Tecnologia Industrial do Estado do Ceará (NUTEC).

2 Professores do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará. Cx. Postal 12168. CEP 60355. Fortaleza-Ceará-Brasil.

Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará (EPACE) vem desenvolvendo um programa de melhoramento do cajueiro anão visando o aproveitamento das suas características agrônômicas vantajosas, quais sejam: precocidade, tamanho reduzido e uniformidade das plantas.

Com o objetivo de contribuir para o estudo dos novos clones CP-06, CP-76 e CP-1001 foi desenvolvido o presente trabalho, onde foi feita a caracterização dos ácidos graxos presentes da fração lipídica do óleo extraído da amêndoa da castanha dos citados clones de caju.

MATERIAL E MÉTODOS

A matéria-prima utilizada neste trabalho constou da amêndoa da castanha de diferentes clones de caju, desenvolvidos na Estação de Pesquisa do Litoral da EPACE, localizada no Município de Pacajus, Ceará, Brasil. Os diferentes clones de caju (*Anacardium occidentale* L.), safra de 1986, foram denominados CP-06, CP-1001 e CP-76.

Para a extração do óleo pesaram-se 50 g da amostra, na qual adicionaram-se 200ml de clorofórmio-metanol (1:2) e submeteu-se à homogeneização por um período de 3 min. Filtrou-se a emulsão em papel filtro Whatman nº 1 e procedeu-se a evaporação em rotavapor a 80°C. A metilação foi realizada de acordo com o método de GAMMOM & WHITING³. Transferiu-se 0,2ml de óleo para um erlenmeyer de 50ml, adicionando-se, em seguida, 3 pedras de ebulição e levando-se, à estufa a vácuo por 10 min a 100°C. Após esfriar, adicionaram-se 5ml de metilato de sódio recém-preparado. Os frascos fechados foram levados ao banho-maria, com agitação, a 61°C por um período de 60 min. Após a remoção das amostras do banho-maria foram adicionados 2,5ml de água destilada, tornando-se a amostra leitosa. Em seguida, adicionou-se 2 gotas de ácido acético glacial, agitando-se o frasco. Para a extração dos ésteres metílicos dos ácidos graxos adicionou-se 1 mililitro de hexano e transferiu-se a amostra para um funil de separação com capa-

cidade de 30ml. Após a separação das duas fases, a camada aquosa foi desprezada, enquanto a outra foi coletada em pequenos tubos de ensaio, onde foi conservada sob refrigeração até a injeção no cromatógrafo.

A análise dos ácidos graxos, após a metilação, foi feita por meio de cromatografia em fase gasosa em equipamento TRACOR MT mod. 160 com registrador Sargent Welch mod. SRG e detector de ionização de chama (H_2 - 30ml/min, Ar - 60ml/min) em coluna de aço inox, 200 cm x 0,6 cm. O gás de arraste utilizado foi o N_2 (25ml/min), cuja temperatura do injetor e do detector foi de 250°C, com um volume de amostra injetada de 2,0 ml. A temperatura da coluna foi de 200°C, com um volume de amostra injetada de 2,0 ml. A temperatura da coluna foi de 200°C, isométrica, sendo que a velocidade do papel foi de 2,5cm/min, com uma atenuação de 128×10^2 .

A área de cada pico foi calculada por triangulação, conforme McNAIR & BONELLI⁵. A resposta do detector foi considerada igual para todos os ácidos graxos e o método de normalização utilizado para calcular a percentagem de ácidos foi também de acordo com McNAIR & BONELLI⁵. A identificação de cada ácido graxo foi feita, usando-se o princípio da co-cromatografia, comparando os tempos de retenção e o número de átomos de carbono.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes às análises qualitativa e quantitativa dos ácidos graxos da fração lipídica da amêndoa da castanha, dos diferentes clones de caju, são apresentados nas Tabelas 1 e 2.

Na tabela 1 são apresentados os percentuais dos ácidos graxos identificados na amêndoa da castanha do caju para os clones CP-76, CP-1001 e CP-06, apresentando-se em ordem crescente de percentuais, em todos os clones o ácido palmítico ($C_{16:0}$), esteárico ($C_{18:0}$), linoléico ($C_{18:2}$) e oléico ($C_{18:1}$), confirmando os resultados de outros pesquisadores como ANDRADE¹, OJEH⁹ e MAIA & STULL⁷. Outros ácidos graxos, como o palmitoléico ($C_{16:1}$), esta-

TABELA 1 - Composição dos Ácidos Graxos na Fração Lipídica da Amêndoa da Castanha do Caju (*Anacardium occidentale* L.), de Diferentes Clones. Fortaleza, 1988.

Ácidos graxos	Clones		
	CP-76	CP-1001	CP-06
Palmítico (C _{16:0})	8,60	8,90	8,57
Esteárico (C _{18:0})	12,01	9,69	12,15
Oléico (C _{18:1})	60,23	61,81	62,01
Linoléico (C _{18:2})	19,16	19,60	17,27

TABELA 2 - Composição Percentual dos Ácidos Graxos Saturados e Insaturados e Relação (Ácidos Graxos Insaturados/Ácidos Graxos Saturados) na Fração Lipídica da Amêndoa da Castanha do Caju (*Anacardium occidentale* L.) de Diferentes Clones. Fortaleza, 1988.

Determinações	Clones		
	CP-76	CP-1001	CP-06
Ácidos graxos insaturados (%)	79,39	81,41	79,28
Ácidos graxos saturados (%)	20,61	18,59	20,72
Relação* (I/S)	3,85	4,39	3,83

* (I/S) - Relação dos ácidos graxos insaturados/ácidos graxos saturados.

belecido por MAIA & STULL⁷ e OJEH⁹, e linolênico (C_{18:3}), por JAQMAIN⁴ e MAIA⁶, não foram detectados nas amostras estudadas.

Com relação ao ácido oléico (C_{18:1}) na Tabela 1 constata-se sua predominância, com um percentual superior a 60% no óleo da amêndoa de todos os clones, sendo semelhante ao valor estabelecido por OJEH⁹ (62,64%), porém ligeiramente inferior aos obtidos por ANDRADE¹ (65,14%) e MAIA et alii⁸ (63,60%).

Os dados relativos à composição percentual dos ácidos graxos saturados e insaturados na amêndoa da castanha dos diferentes clones de caju encontram-se na

Tabela 2, constatando-se uma predominância de ácidos graxos insaturados, onde o CP-76, o CP-1001 e CP-06 apresentam percentuais de insaturação de 79,39%, 81,41% e 79,28%, respectivamente. Os resultados apresentam-se próximos dos estabelecidos por OJEH⁹ (81,25%) e CAVALCANTE² (81,97%), estando ligeiramente inferiores aos valores obtidos por ANDRADE¹ (82,96%) e MAIA & STULL⁷ (82,50%).

Na tabela 2 são apresentados os valores da relação insaturados/saturados (I/S) para o CP-76 (3,85), CP-1001 (4,39) e CP-06 (3,83), estando o valor obtido para o CP-1001 semelhante ao encontrado por OJEH⁹ (4,3) e CAVALCANTE² (4,5), e inferior ao en-

contrado por ANDRADE¹ (4,87). Para o CP-76 e CP-06 o valor (I/S) mostrou-se inferior ao encontrado pelos citados autores.

De acordo com MAIA & STULL⁷, está relativamente bem estabelecido que gorduras, contendo predominantemente ácidos graxos insaturados, reduzem o teor de colesterol no sangue, enquanto que gorduras, contendo predominantemente ácidos graxos saturados têm efeito oposto. Verifica-se, portanto, que a amêndoa da castanha de caju apresenta uma composição de ácidos graxos, que pode ser considerada nutricionalmente satisfatória.

CONCLUSÕES

A fração lipídica da amêndoa da castanha do caju, dos clones em estudo, apresentou como ácidos graxos predominantes, o esteárico, oléico e linoléico, ressaltando-se o elevado conteúdo de ácido oléico. Verificou-se também uma grande predominância dos ácidos graxos insaturados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDRADE, J. S. **Aspectos da industrialização da castanha do caju (*Anacardium occidentale* L.)**, Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 1984, 187p. (Tese de Mestrado).
2. CAVALCANTE, J.F.M. **Une contribution a létude de la valuer nutritive de la noix de caju (*Anacardium occidentale* L.) au Brasil**. Faculté des Sciences Naturales Appliquees, Université Catholique de Louvain, 1983, 61p.
3. GAMMON, M.J. & WHITING, F.M. **Fatty acid distribution in whole milk and several filled milk products**. Tucson University of Arizona, 1969, 7p. (mimeograph).
4. JAQMAIN, D. **La noix D'Anacarde. Oleagineux**, 8/9:527-536, 1959.
5. McNAIR, H.M. & BONELLI, E.J. **Basic gas chromatography**, 5 ed. California, Consolidated press, p. 154-254, 1969.
6. MAIA, G.A. **Lipids of the cashew (*Anacardium occidentale* L.)**, Tucson, University of Arizona, 1974, 95p. (Ph.D. Dissertation).
7. MAIA, G.A. & STULL, J.W. **Composição de ácidos graxos dos Lipídios do caju (*Anacardium occidentale* L.)**, Ciênc. Agron. 7(1-2):49-52, 1977.
8. MAIA, G.A. MARTINS, C.B. OLIVEIRA, G.S.F. et al. **Aproveitamento industrial do caju (*Anacardium occidentale* L.)**. Fortaleza, Fundação Núcleo de Tecnologia Industrial do Ceará - NUTEC. 1982, 44p.
9. OJEH, O.A. **Effects of retining on the physical and chemical properties of cashew kernel oil**. **J. Food Technol.**, 16(5):513-517, 1981.

RESPOSTA DE CULTIVARES DE AMENDOIM A CICLOS DE DEFICIÊNCIA HÍDRICA: CRESCIMENTO VEGETATIVO, REPRODUTIVO E RELAÇÃO HÍDRICAS

Francisco José A. F. Távora¹ e
Francisco I. O. Melo²

RESUMO

Um experimento foi conduzido em casa de vegetação, em Fortaleza, Ceará, Brasil, com o objetivo de estudar a resposta de três cultivares de amendoim à imposição de ciclos de deficiência hídrica. A deficiência hídrica determinou reduções na área foliar/planta, número de folhas/planta, e área foliar unitária em níveis semelhantes para todas as cultivares. A redução do número de folhas/planta foi mais expressiva que a redução da área foliar total e unitária, evidenciando um efeito mais depressivo da deficiência hídrica no início dos promórdios foliares que na própria expansão das folhas. Tanto a produção de matéria seca das raízes como da parte aérea foram reduzidas aproximadamente ao mesmo nível (58%) em resposta à deficiência hídrica. O regime hídrico não afetou a produção de ramos laterais dos cultivares estudados. O número de flores/planta foi mais reduzido pela deficiência hídrica que o número de frutos produzidos. A fertilização das flores foi menos afetada pela deficiência hídrica que o preenchimento dos frutos. A deficiência hídrica não alterou o início do processo de floração, ocorrendo para todos os cultivares na quarta semana após o plantio. Entretanto, a distribuição da floração foi influenciada pelo regime hídrico. Observou-se um menor ritmo de floração no início do processo (primeiras semanas) e um maior nas últimas, no tratamento estressado. A deficiência hídrica determinou uma grande redução na transpiração e correspondente aumento na resistência estomática nas duas superfícies foliares. A planta apresentou uma rápida capacidade de recuperação uma vez restabelecido o suprimento hídrico com valores de resistência e transpiração, aproximando-se logo no dia seguinte ao nível do controle. A cultivar Tatu apresentou mais rápido aumento da resistência estomática em resposta ao

estresse. O aumento da resistência estomática na superfície ventral foi mais sensível ao estresse que o da superfície dorsal. A diferença entre a temperatura da superfície foliar e a da atmosfera acompanhou de perto as variações constatadas para transpiração e resistência estomática, constituindo um parâmetro confiável para aferição indireta das condições hídricas da planta.

PALAVRAS-CHAVE: Resistência estomática, transpiração, potencial hídrico, índice de colheita.

SUMMARY

A greenhouse experiment was carried out in Fortaleza, Ceara, Brazil, to evaluate the response of three peanut cultivars to several cycles of drought stress. Water stress determined reductions in leaf area, leaf number and leaf size for all cultivars. As a consequence of water stress, leaf number was more affected than total leaf area and leaf size. This suggests that drought stress was more depressive to foliar primordia formation than to leaf expansion. Stress reduced both root and top dry matter production to the same extent (58%). Branching habit was not affected by water stress. The number of flowers per plant was reduced to a larger extent by water deficiency than the number of fruits per plant. Flower fertilization was less affected by stress than fruit filling. In all cultivars the flowering process started in the fourth week after planting, independently of the water regime. However, flower distribution was affected by stress. As a result, the rate of flowering was lower at the beginning and higher at the end of the flowering period for the water stress treatment. Leaf transpiration declined and stomatal resistance increased on both abaxial and adaxial leaf surfaces, as a consequence of water stress. Peanut plants showed the ability to recover rapidly from stress. After stress release, stomatal resistance and transpiration approached the levels of the control treatment in about 24 hours, in all cultivars. Tatu cultivar showed the

1 Prof. Adjunto do Centro de Ciências Agrárias da UFC e Bolsista do CNPq.

2 Prof. Adjunto do Centro de Ciências agrárias da UFC.

most rapid increase of stomatal resistance in response to stress. The stomatal resistance of abaxial leaf surface was more sensitive to water stress than that of the adaxial surface. Differences between leaf and atmosphere temperatures followed closely the variations obtained for transpiration and stomatal resistance. These temperature differences were found to be a valuable indicative of the leaf water status.

KEY WORDS: Stomatal resistance, transpiration, leaf water potencial, harvest index.

INTRODUÇÃO

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é cultivado em diversas regiões do mundo, onde o total de precipitação pluviométrica e sua distribuição usualmente limitam o crescimento e a produção das culturas exploradas. Essa cultura, embora mesófila, apresenta grande adaptação à seca (PANDEY et alii⁸). Dentro da espécie há possibilidade de obtenção de genótipos mais adaptados às condições de deficiência hídrica em função de características morfológicas e fisiológicas (JOSHI et alii⁶; KHALFAOUI⁷ e ERICKSON & KETRING⁴). Apesar do recente interesse de alguns estudiosos sobre a matéria, os mecanismos que determinam a resistência à seca no amendoim, como de resto nas culturas em geral, não são conhecidos em profundidade.

O presente estudo teve por objetivos aprofundar o conhecimento sobre o comportamento do amendoim submetido a ciclos de deficiência hídrica, bem assim avaliar o comportamento de cultivares dessa espécie com vistas à identificação de materiais adaptados ao semi-árido cearense.

MATERIAL E MÉTODOS

Um experimento foi conduzido em casa de vegetação, no período de 9 de agosto a 8 de novembro de 1988, no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, em Fortaleza, Ceará, Brasil. As coordenadas geográficas do local são: 3°46'29" de latitude Sul e 38°31'29" de longitude Oeste, com uma altitude de 30m.

As sementes de amendoim foram semeadas em vasos com 24cm de diâmetro

por 27cm de altura, contendo oito litros de solo natural de textura predominantemente arenosa.

Foram semeadas quatro sementes em cada vaso, para, após quinze dias, realizar-se o desbaste, deixando-se apenas duas plantas. Cada vaso constitui uma parcela experimental. Os tratamentos constaram da combinação de quatro cultivares de amendoim com dois regimes hídricos. Os cultivares foram: PI 165317 e Geórgia, ambos do grupo "Spanish", introduzidos dos Estados Unidos; 55437, do grupo "Spanish", introduzido do Senegal e Tatu, do grupo Valência, cultivar local. Os regimes hídricos empregados foram: úmido, onde as plantas eram irrigadas diariamente, mantendo-se o solo praticamente na capacidade de campo; e seco, onde as plantas eram submetidas a ciclos de estresse hídrico a partir do 11º dia após o plantio.

As plantas do tratamento seco foram submetidas a diversos ciclos de deficiência hídrica severa, desenvolvidos através da interrupção da irrigação até quando as plantas apresentavam níveis críticos de disponibilidade hídrica próximos ao ponto de murcha permanente. Quando esse nível crítico era atingido as plantas eram irrigadas até atingir-se a capacidade de campo, tendo início a partir daí um novo ciclo de estresse com a interrupção do suprimento hídrico. As plantas do tratamento seco foram submetidas a 10 ciclos de deficiência hídrica ao longo do ensaio. As irrigações foram realizadas nos dias 19.08, 31.08, 11.09, 20.09, 30.09, 10.10, 15.10, 21.10, 29.10 e 6.11, totalizando 10 irrigações a intervalos irregulares. No início, o intervalo entre as irrigações era de 15 dias, caindo paulatinamente até 5 dias na fase de preenchimento dos frutos, quando a atividade transpiratória era mais intensa.

O potencial hídrico foliar foi determinado através de uma câmara de pressão modelo 3035 da "Soil Moisture Equipment Corp." de Sta. Bárbara, Ca, USA, semelhante à idealizada por SCHOLANDER et alii⁹. As determinações foram realizadas em folhas totalmente expandidas (terceira folha a partir do ápice), tomando-se duas re-

petições por tratamento. As determinações foram realizadas em torno das 8 horas da manhã do dia 31.08, ocasião em que as plantas do tratamento seco apresentavam sinais agudos de deficiência hídrica, ao final, portanto, de um ciclo de estresse.

As determinações de resistência estomática, transpiração, temperaturas da superfície foliar e do ambiente, e radiação solar, foram realizadas através de um porômetro modelo "LICOR 1600 steady" fabricado pela LICOR em Lincoln, Nebraska, USA. As determinações foram feitas nas duas faces da folha (ventral e dorsal), sendo utilizada a terceira folha a partir do ápice da planta, tomando-se duas repetições por tratamento. Referidas determinações foram inicialmente realizadas ao longo do dia, a intervalos de 2 horas, para aferir-se a variação diária dos parâmetros. Posteriormente, foram realizadas determinações entre 8 e 10 horas da manhã, ao longo do terceiro ciclo de estresse (20.09 a 4.10).

Aos dois meses do plantio foram realizadas duas aplicações de nuvacron à razão de 1,5ml/l, espaçadas de uma semana, a fim de controlar uma incidência de ácaro vermelho (*Tetranychus* sp).

Durante todo o ciclo da cultura foi anotado, diariamente, o número de flores produzidas em todas as parcelas. Por ocasião da colheita, realizada aos 90 dias do plantio, o sistema radicular das plantas foi removido do solo, com o auxílio de jatos de água. Os seguintes parâmetros foram determinados: peso seco do sistema radicular e parte aérea; número de folhas; área foliar; número de ramificações; número de ginóforos; número e peso dos frutos. A matéria seca da raiz e parte aérea foi determinada após secagem em estufa a 100°C durante 24 horas. A área foliar foi determinada com o auxílio de um integrador eletrônico modelo LI-3000 da LICOR, Lincoln, Nebraska, USA.

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos ao acaso num arranjo fatorial 4x2 com quatro repetições, perfazendo um total de 32 parcelas experimentais. Após a análise da variância dos parâmetros relativos à produção e crescimento, as médias

dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, de acordo com COCHRAN & COX³.

Os dados relativos à transpiração, resistência estomática e diferença entre a temperatura ambiente e a da superfície foliar foram analisados segundo um esquema fatorial num delineamento inteiramente casualizado com duas repetições.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Crescimento vegetativo

A área foliar/planta foi grandemente afetada pela deficiência hídrica imposta em todos os cultivares (Tabelas 1 e 2). Em média, constatou-se uma redução da ordem de 39,4% no valor desse parâmetro como resposta à deficiência hídrica. As variações constatadas entre os cultivares não atingiram nível de significância, independente do regime hídrico (Tabela 2). O número de folhas/planta também sofreu redução em resposta à deficiência hídrica, porém em menor intensidade. Constatou-se uma redução de apenas 26% na média dos cultivares no tratamento seco. Todos os cultivares apresentaram reduções no número de folhas, em níveis próximos, em resposta à deficiência hídrica. O cultivar 55437 apresentou o menor número de folhas/planta nos dois regimes hídricos (Tabela 1). O terceiro parâmetro descritivo da capacidade assimilatória da planta, a área foliar unitária, foi o menos afetado pela deficiência hídrica, com uma redução média de apenas 17%. Com relação a esse parâmetro, os cultivares apresentaram comportamento semelhante, independente do regime hídrico, não revelando a análise da variância, igualmente, significância estatística para a interação cultivar versus regime hídrico.

Diversos relatos demonstram a grande sensibilidade do alongamento celular à deficiência hídrica (BOYER²; TURNER & BEGG¹⁴). HSIAO⁵ enfatiza que o alongamento celular é mais sensível à deficiência hídrica que a divisão celular ou a formação de primórdios. No presente trabalho, constatou-se que a redução no número de fo-

lhas/planta contribuiu em menor parcela para a queda da área foliar total do que a própria redução na área foliar unitária. O primeiro parâmetro (número de folhas) está relacionado diretamente com a formação e desenvolvimento de primórdios foliares, enquanto o segundo (área foliar unitária) relaciona-se diretamente com a expansão celular. Os dados sugerem, pois, que, ao contrário do que sugere a maioria dos relatos presentes na literatura, a formação e desenvolvimento de primórdios parece ter sido mais sensível à deficiência hídrica que a própria expansão celular.

A deficiência hídrica determinou uma redução expressiva na produção de matéria seca total e das raízes das cultivares de amendoim (Tabela 1). O nível de redução foi semelhante para os dois parâmetros, situando-se em torno de 58%. Os cultivares apresentaram pequenas variações, não significativas, para os dois parâmetros estudados (Tabela 2). O amendoim não priorizou a distribuição de matéria seca para o sistema radicular, em resposta à deficiência hídrica. A relação raiz/biomassa para os quatro cultivares situou-se em torno de 19% nos dois regimes hídricos. Embora a literatura registre com frequência efeitos diferenciados da deficiência hídrica na distribuição de matéria seca na raiz e parte aérea, no presente estudo, o amendoim não apresentou essa resposta diferenciada. Tal fato sugere que a discriminação do crescimento da parte aérea em relação à raiz não constituiu mecanismo importante de adaptação à deficiência hídrica. Vale ainda destacar a grande variabilidade deste parâmetro caracterizada por um coeficiente de variação elevado, da ordem de 41% (Tabela 2). A relativamente baixa luminosidade (entre 8 e 10 horas da manhã as plantas receberam em média 384 mol.s^{-1} , entre 400 e 800 nm) presente dentro da casa de vegetação talvez tenha estimulado o crescimento da parte aérea da planta, apesar da deficiência hídrica imposta.

Os cultivares estudados, por apresentarem ramificação seqüencial, normalmente detêm um pequeno número de ramificações. Os resultados presentes na Tabela 3

revelam que o número de ramificações secundárias situou-se em torno de quatro. O número de ramos terciários foi extremamente baixo, com valores médios na sua maioria inferiores à unidade. Os dados demonstram que a redução causada pela deficiência hídrica na parte vegetativa está diretamente relacionada ao número e tamanho das folhas e do sistema radicular, uma vez que o modelo de ramificação da planta foi insensível à deficiência hídrica.

Floração e frutificação

O número de flores/planta foi bem menos afetado pela deficiência hídrica que o número de frutos normais/planta (Tabela 3).

O primeiro foi reduzido, em média, da ordem de 16,3% enquanto o segundo sofreu reduções de 53,8%. A maior redução observada no número de frutos demonstra que a deficiência hídrica afetou de forma mais expressiva o processo de fertilização e formação dos frutos do que a Formação de primórdios florais. Os cultivares Tatu e PI-165317 apresentaram, respectivamente, o menor e o maior número de flores/planta. O cultivar Tatu apresentou igualmente o menor número de frutos/planta. A Figura 1 retrata a eficiência reprodutiva dos cultivares estudados nos dois regimes. Em todos os cultivares os efeitos causados pelo regime hídrico foram menores na formação dos ginóforos (fertilização) que na formação dos frutos (preenchimento). Cerca de 66,4% e 59,4% da média das flores produzidas pelos cultivares de amendoim foram fertilizados e transformados em ginóforos nos tratamentos úmido e seco, respectivamente. Por sua vez, apenas 35,7% para o tratamento úmido e 20,3% para o seco, transformaram-se em frutos normais. Esses dados revelam que o efeito da deficiência hídrica foi bem mais pronunciado na formação dos frutos (perda de 15,4%) que no processo de fertilização do ovário e formação do ginóforo (perda de apenas 7%).

O processo de produção de flores, em todos os cultivares, independentemente do regime hídrico, foi iniciado na quarta semana após a emergência. Em todos os cultivares constatou-se um pico de floração na

TABELA 1 - Área Foliar Total e Unitária, Número de folhas, Matéria Seca Total e da Raiz, e Relação Raiz/Biomassa de Cultivares de Amendoim Submetidos a Diversos Ciclos de Deficiência Hídrica. Fortaleza, Ceará, 1988.

	Tatu	Geórgia	PI-165317	55437	Média
Área Foliar (cm ²)					
Úmido	1613	1958	1735	1532	1709
Seco	1030	1003	1201	908	1035
Média	1321	1480	1468	1220	1372
Número de Folhas/Planta					
Úmido	69,7	69,2	67,0	59,7	66,4
Seco	53,7	46,7	52,7	43,5	49,1
Média	61,7a	57,9ab	59,8ab	51,6b	57,7
Área Foliar Unitária (cm ²)					
Úmido	23,18	28,12	26,05	25,77	25,78
Seco	19,15	21,64	22,99	21,82	21,40
Média	21,16	24,88	24,52	23,79	23,58
Matéria Seca Total (g/planta)					
Úmido	39,50	45,45	42,66	40,12	41,93
Seco	17,94	18,45	17,73	17,57	17,92
Média	28,72	31,95	30,19	28,84	29,92
Matéria Seca da Raiz (g/planta)					
Úmido	7,53	9,04	9,87	6,63	8,27
Seco	3,49	3,35	4,04	2,76	3,41
Média	5,51	6,19	6,95	4,69	5,83
Relação Raiz/Biomassa (%)					
Úmido	18,72	19,91	23,11	16,00	19,44
Seco	19,12	17,66	23,58	15,47	18,96
Média	18,92	18,79	23,55	15,74	19,25

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

TABELA 2 - Análise da Variância e Coeficiente de Variação da Área Foliar por Planta e Unitária (cm²), Número de Folhas, Flores e Frutos, e Peso Seco das Raízes, dos Frutos e Total (g) de Cultivares de Amendoim Submetidos a Diversos Ciclos de Deficiência Hídrica. Fortaleza, Ceará, 1988.

Causas da Variação	GL	Quadrado Médio									
		Área	Número	Área foliar	Número folhas	unitária	Peso seco flores	frutos	Peso total	raízes	frutos
Blocos	3	30095	104	11,7	112	12,0	40,8	4,5	3,74		
Regime hídrico(R)	1	3631512**	2380**	153,5**	770**	1046,5**	4611,1**	188,7**	1000,38**		
Cultivar (C)	3	124648ns	154*	22,5ns	1467**	44,5**	18,0ns	7,4ns	3,71ns		
Interação (RxC)	3	72721ns	26ns	4,3ns	39ns	5,8ns	11,9ns	2,1ns	0,02ns		
Erro	21	47329	35	15,3	95	7,5	10,1	5,8	2,29		
CV (%)	15,8	10,2	16,6	17,7	17,6	10,6	41,3	12,1			

** Significativo ao nível de 1% pelo teste F

* Significativo ao nível de 5% pelo teste F

ns Não significativo

TABELA 3 - Número de Ramificações Secundárias e Terciárias, Número de Flores e Frutos Normais por Planta, Produção de Vagem e Índice de Colheita de Cultivares de Amendoim Submetidos a Diversos Ciclos de Deficiência Hídrica. Fortaleza, Ceará, 1988.

	Tatu	Geórgia	PI-165317	55437	Média
Número de Ramos Secundários					
Úmido	4,12	3,50	4,50	4,12	4,06
Seco	4,12	4,12	4,87	4,00	4,27
Média	4,12	3,81	4,68	4,06	4,16
Número de Ramos Terciários					
Úmido	0,50	0,37	1,76	0,25	0,72
Seco	0,12	0,87	0,87	0,50	0,59
Média	0,31	0,62	1,31	0,62	0,65
Número de Flores por Planta					
Úmido	47,5	59,8	76,3	56,5	60,0
Seco	32,0	54,8	68,3	45,8	50,2
Média	30,7	57,3	72,3	51,1	55,1
Número de Frutos Normais por Planta					
Úmido	16,5	23,0	22,5	22,8	21,2
Seco	7,5	11,3	9,5	10,8	9,8
Média	12,0b	17,1a	16,0a	16,8a	15,5
Produção de Vagens (g/planta)					
Úmido	17,2	18,7	18,0	18,5	18,1
Seco	6,0	7,6	6,8	7,3	6,9
Média	11,6	13,2	12,4	12,9	12,5
Índice de Colheita					
Úmido	43,7	41,8	42,0	46,2	43,4
Seco	33,4	40,8	39,6	41,8	38,9
Média	38,5	41,3	40,9	44,0	41,1

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

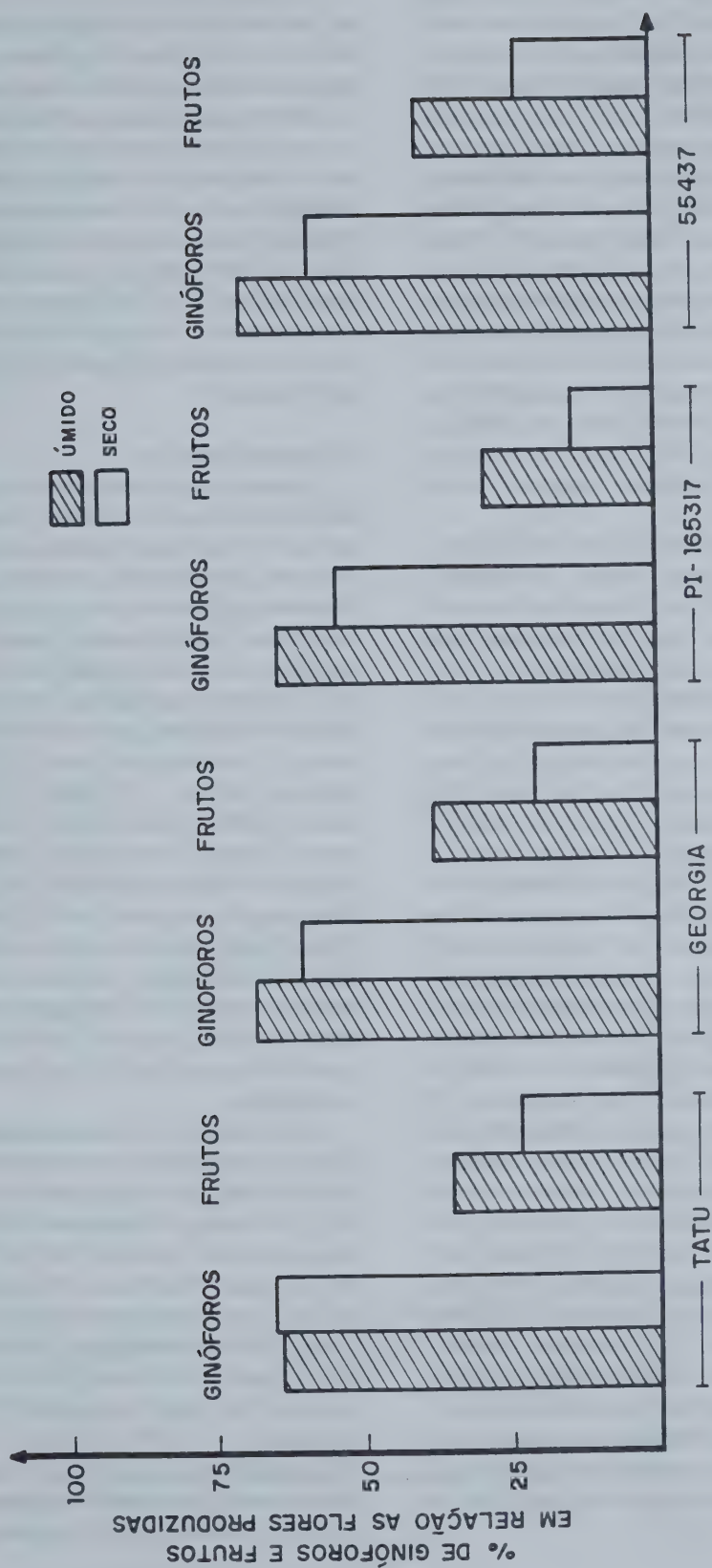


FIGURA 1
Eficiência Reprodutiva de Cultivares de Amendoim Submetidos a Ciclos de Deficiência Hídrica. Fortaleza, Ceará, 1988

segunda semana após o início do processo de floração (Figura 2). O modelo de floração observado no presente estudo segue, em geral, o obtido anteriormente por SMITH¹¹ e TÁVORA et alii¹³. A deficiência hídrica parece retardar o ritmo de produção de flores nas duas primeiras semanas, ocorrendo o inverso nas duas últimas semanas de floração (mais evidente no cultivar Tatu), ou seja, os cultivares, no tratamento úmido, apresentaram uma menor produção de flores/planta em relação ao tratamento seco na fase final do período de florescimento. Os resultados sugerem, pois, que a deficiência hídrica além de afetar o número de flores produzidas afeta, igualmente, sua distribuição ao longo do período de floração.

A produção de vagem/planta foi grandemente reduzida em função da deficiência hídrica, embora não tenham sido constatadas diferenças entre os cultivares nos dois regimes hídricos (Tabelas 2 e 3). A deficiência hídrica determinou reduções médias para os cultivares estudados de cerca de 61,77%. Em pesquisa de campo, reunindo oito cultivares, dentre os quais quatro do presente estudo, TÁVORA et alii¹² encontraram resultados diferentes daqueles aqui relatados. Enquanto no estudo em casa-de-vegetação não foi constatada interação para cultivar *versus* regime hídrico, no ensaio de campo os autores constataram comportamento diferenciado entre os cultivares nos regimes hídricos estudados, além de diferença significativa em relação à capacidade produtiva dos cultivares. O cultivar PI-165317 mostrou-se altamente produtivo nos regimes úmido e seco, enquanto o cultivar Dixie Spanish demonstrou elevada produtividade apenas em condições ótimas de suprimento hídrico. Por sua vez, o cultivar Tatu apresentou a mais baixa produtividade do ensaio, independentemente do regime hídrico. É possível que a ausência de significância para produção de vagem tanto para cultivar como interação cultivar *versus* regime hídrico, no presente trabalho, decorra da relativamente baixa incidência da radiação solar na casa-de-vegetação.

O índice de colheita apresentou um leve decréscimo, não significativo, devido à deficiência hídrica. Os cultivares, nos dois regimes hídricos apresentaram valores muito próximos para esse parâmetro, com média de 41,1%. Esses resultados sugerem que a deficiência hídrica não afetou a distribuição de matéria seca entre os órgãos vegetativos e reprodutivos da planta, ao contrário do que obteve, também com amendoim SILVA¹⁰, ao constatar uma redução significativa no índice de colheita em cultivares submetidos à deficiência hídrica na fase vegetativa.

Relações hídricas

A avaliação do estatus de água da planta em duas épocas críticas, quando a deficiência hídrica era máxima e as plantas estavam prontas para receber a irrigação para o início de um novo ciclo de estresse, revela que, efetivamente, todas as cultivares sofreram uma grande redução nos valores de potencial hídrico foliar. Os cultivares apresentaram uma média de -1,40 MPa para o tratamento seco (Tatu:-1,99; Geórgia:-0,99; PI-165317:-1,71; e 55437:-0,93), contra -0,74 MPa do tratamento úmido (Tatu:-0,63; Geórgia:-0,77; PI-165317:10,85; e 55437:-0,72), portanto, uma redução de cerca de 50% no potencial hídrico foliar. Os cultivares, no tratamento úmido apresentaram pequena variação, ao passo que no tratamento seco ocorreu uma maior variação, com o Tatu e o PI-165317 apresentando valores mais baixos para este parâmetro.

As tabelas 4 e 5 apresentaram a evolução da resistência estomática e da transpiração foliar, nas duas faces (dorsal e ventral). Os dados referem-se ao final do segundo ciclo de estresse (20.09), recuperação e desenvolvimento do terceiro ciclo (30.09), com nova recuperação e início do quarto ciclo de deficiência hídrica. Constatou-se que a deficiência hídrica imposta determinou nas duas faces das folhas, na fase aguda, um grande aumento na resistência estomática de todos os cultivares estudados, tanto na superfície dorsal como na ventral. Constatou-se, igualmente, uma rá-

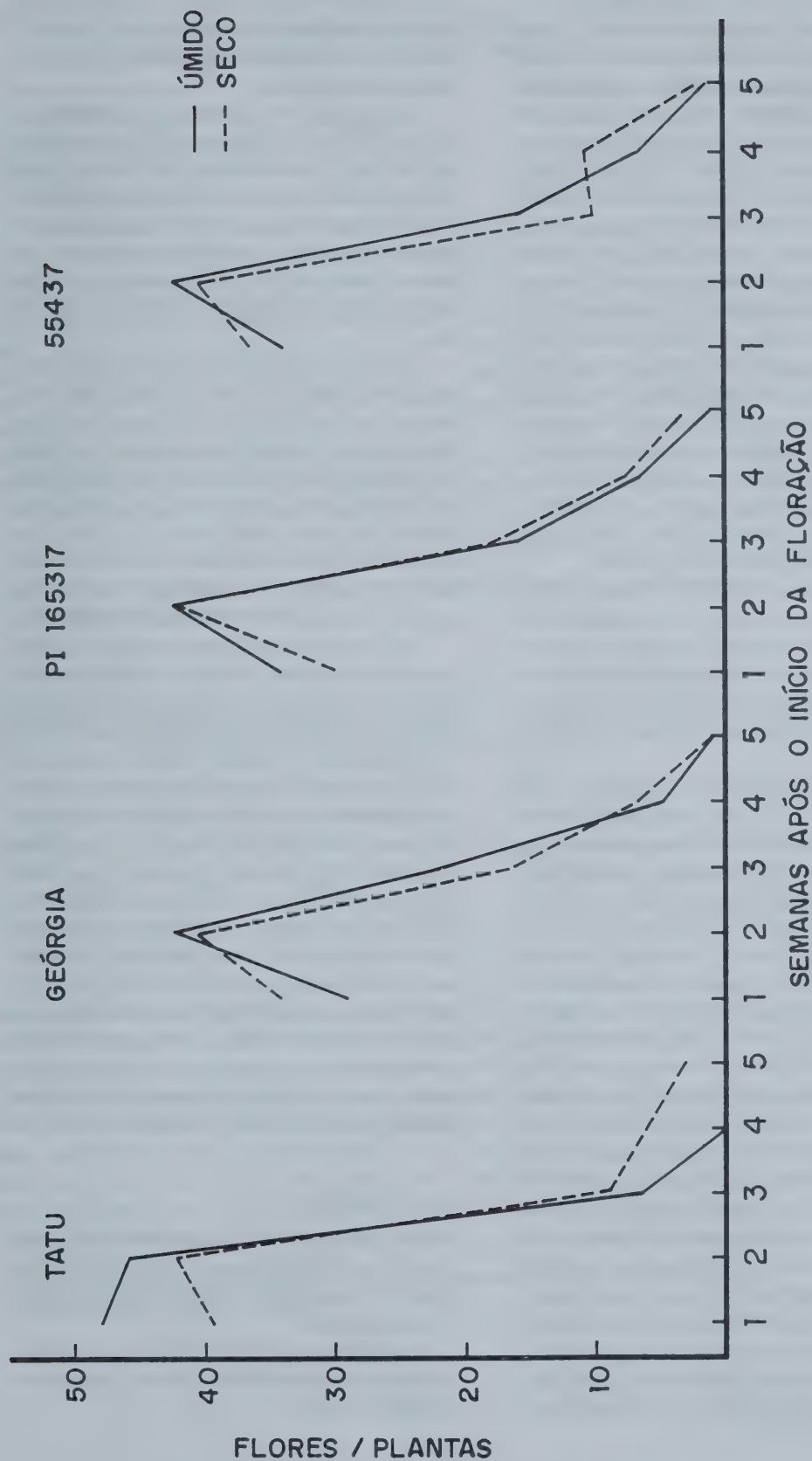


FIGURA 2
Evolução da Floração de Cultivares de Amendoim Submetidos a Ciclos de Deficiência Hídrica. Fortaleza, Ceará, 1988

pida recuperação, com valores muito próximos ao controle (tratamento úmido) logo no primeiro dia após a irrigação. Após três a quatro dias de supressão da irrigação os valores da resistência voltaram a subir até atingir níveis máximos, antes da nova irrigação, ocorrida em 30.09. O cultivar Tatu foi o que apresentou resposta mais rápida de aumento da resistência à imposição da deficiência hídrica, comparado aos outros cultivares. Os resultados sugerem, ainda, que nos quatro cultivares, o aumento da resistência estomática parece ser mais sensível na superfície ventral. Na superfície dorsal o aumento da resistência em resposta à deficiência hídrica ocorreu mais lentamente. Os valores obtidos para transpiração, presentes na Tabela 5, apresentam coerência com os obtidos para a resistência, caminhando em sentido oposto com as variações no status hídrico da planta.

A transpiração foi mínima quando o estresse hídrico era agudo, recuperando-se, rapidamente, logo no dia seguinte à irrigação. A superfície ventral das folhas demonstrou ser mais eficiente na redução da transpiração em resposta à deficiência hídrica (Tabela 5).

A tabela 6 apresenta os valores médios entre 21 e 30.9, da resistência estomática e da transpiração. Esse período corresponde a um ciclo completo de deficiência hídrica, quando foram realizadas seis determinações em dias seqüenciados ou alternados, entre 8 e 10 horas da manhã. Observou-se uma grande diferença entre os tratamentos úmido e seco para todos os cultivares, tanto com relação à resistência estomática como com a transpiração. Em condições normais de umidade, os valores de resistência estomática não variaram muito entre as superfícies dorsal e ventral (Tabela 6). Em condições de estresse, entretanto, nota-se uma tendência ao aumento da resistência na maioria dos cultivares, mostrando, ainda, que os estômatos localizados na superfície ventral são mais sensíveis às variações de status hídrico da planta. Tal fato é evidenciado pela significância obtida em resistência estomática para regime hídrico e interação superfície foliar ver-

sus regime hídrico (Tabela 7). Resultados semelhantes foram relatados por BABU & RAO¹ trabalhando com amendoim em condições de campo.

Em condições normais de umidade, o cultivar PI-165317 apresentou os menores valores para resistência e os maiores para transpiração, embora sem atingir significância estatística (Tabela 7). Em condições de deficiência hídrica, as diferenças entre cultivares com relação aos valores assumidos por referidos parâmetros foram bem menores.

Foram constatadas expressivas diferenças para efeito de dias e interação dias versus regime hídrico, tanto na transpiração como na resistência estomática. Essas significâncias refletem a progressiva influência da deficiência hídrica estabelecida nas plantas do tratamento seco ao longo do ciclo de estresse. Portanto, o efeito de dias está em parte confundido com o efeito do regime hídrico daí a interação significativa.

Os cultivares, no regime úmido, apresentaram uma temperatura foliar superior à da atmosfera, entre 0,64°C e 0,87°C, sem atingir significância estatística (Tabelas 7 e 8). Ao contrário, o regime hídrico afetou de forma significativa esse parâmetro, constata-se uma elevação significativa da temperatura da superfície foliar dos tratamentos estressados, principalmente na fase mais aguda da deficiência hídrica, quando a temperatura das folhas em todos os cultivares tornou-se superior à atmosférica. Os valores da diferença de temperatura entre a atmosfera e a superfície foliar acompanham de perto aqueles obtidos com a resistência estomática e a transpiração, constituindo, assim, um excelente parâmetro para aferição indireta das condições hídricas da planta.

CONCLUSÕES

- A deficiência hídrica determinou redução na área foliar/planta, número de folhas/planta e área foliar unitária das cultivares de amendoim;
- A formação de primórdios foliares foi mais afetada pela deficiência hídrica que a expansão foliar;

TABELA 4 - Evolução da Resistência Estomática (s.cm⁻¹) de Cultivares de Amendoim Submetidos a Deficiência Hídrica. Fortaleza, Ceará, 1988.

Data	Tatu				Geórgia				PI-165317				5437			
	Úmido		Seco		Úmido		Seco		Úmido		Seco		Úmido		Seco	
	D**	V	D	V	D	V	D	V	D	V	D	V	D	V	D	V
20.09*	3,17	2,90	651,00	652,00	3,33	5,90	579,00	715,00	3,63	4,01	619,00	679,00	3,90	3,76	618,50	483,50
21.09	9,21	5,46	4,52	4,50	3,99	5,06	5,54	5,10	3,72	4,18	7,90	4,24	4,03	3,14	4,83	3,28
22.90	3,17	2,77	2,63	2,59	4,44	3,17	3,68	5,06	2,48	2,73	3,38	5,15	3,43	3,09	3,44	4,57
23.09	2,99	4,71	2,52	4,53	9,37	6,87	3,35	2,68	3,61	6,34	3,79	4,49	5,26	4,60	3,45	3,15
26.09	4,43	3,74	10,79	17,29	4,65	9,74	3,88	4,17	1,93	2,30	4,66	6,01	2,62	3,11	4,97	7,03
28.09	3,57	2,90	11,15	17,70	4,33	2,99	14,25	14,60	2,44	2,43	14,16	44,15	3,43	3,31	27,05	20,00
30.09*	4,14	4,59	166,00	167,50	6,23	8,86	163,00	172,50	3,94	2,19	163,50	177,00	5,71	5,73	150,50	181,50
04.10	3,83	2,88	5,19	4,07	3,87	3,33	4,77	3,68	3,07	2,95	2,74	2,69	4,53	5,16	3,08	3,11

* O tratamento seco foi irrigado após as determinações, iniciando-se um novo ciclo de deficiência hídrica.

** D: superfície dorsal; V: superfície ventral.

TABELA 5 - Evolução da Transpiração (g.cm².s⁻¹) de Cultivares de Amendoim Submetidos a Deficiência Hídrica. Fortaleza, Ceará, 1988.

Data	Tatu				Geórgia				PI-165317				5437			
	Úmido		Seco		Úmido		Seco		Úmido		Seco		Úmido		Seco	
	D**	V	D	V	D	V	D	V	D	V	D	V	D	V	D	V
20.09*	4,65	5,00	0,26	0,15	4,55	3,88	0,17	0,05	4,15	4,10	0,44	0,07	3,86	4,22	0,47	0,08
21.09	2,58	3,14	3,47	4,00	3,81	4,26	2,86	3,18	4,12	3,83	2,03	3,72	3,84	4,74	3,14	4,65
22.09	6,16	6,01	6,09	6,63	3,95	5,60	4,51	3,66	6,23	5,88	5,12	3,67	5,14	5,59	4,90	4,28
23.09	4,63	3,53	5,69	4,13	2,73	4,15	4,04	5,09	4,19	2,23	3,55	3,12	3,70	4,04	4,50	4,33
26.09	5,52	5,72	1,87	1,18	4,11	3,49	4,88	4,29	9,04	7,44	3,62	2,74	7,33	6,43	3,17	3,10
28.09	3,87	4,57	0,76	0,09	3,00	4,68	0,56	0,10	5,25	5,42	1,16	0,46	3,88	4,09	0,80	0,40
30.09*	2,62	2,42	0,07	0,07	1,68	1,58	0,07	0,07	2,64	4,42	0,07	0,07	1,84	1,89	0,09	0,07
04.10	4,73	5,05	4,42	3,73	3,63	4,52	3,24	3,97	4,51	4,67	4,98	5,38	3,36	3,14	4,56	4,37

* O tratamento seco foi irrigado após as determinações, iniciando-se um novo ciclo de deficiência hídrica.

** D: superfície dorsal; V: superfície ventral.

TABELA 6 - Valores Médios de Resistência Estomática ($s.cm^{-1}$) e Transpiração ($g.cm^{-2}.s^{-1}$) de Cultivares de Amendoim Submetidos a Deficiência Hídrica. Fortaleza, Ceará, 1988.

Cultivar	úmido			Seco		
	Dorsal	Ventral	Média	Dorsal	Ventral	Média
Resistência Estomática						
Tatu	4,58	4,01	4,30	32,75	35,84	34,30
Geórgia	5,50	6,11	5,81	32,71	33,61	33,16
PI-165317	3,02	2,94	2,98	32,90	40,17	36,54
55437	4,08	3,83	3,96	32,37	36,59	34,48
Média	4,30	4,22	4,26	32,68	36,55	34,62
Transpiração						
Tatu	4,23	4,23	4,23	2,98	2,64	2,81
Geórgia	3,21	3,96	3,59	2,82	2,73	2,78
PI-165317	5,24	4,87	5,06	2,59	2,29	2,44
5543	4,29	4,46	4,37	2,77	2,80	2,78
Média	4,24	4,38	4,31	2,79	2,63	2,70

TABELA 7 - Análise da Variância dos Parâmetros Relativos ao Estudo de Relações Hídricas de Cultivares de Amendoim Submetidos à Deficiência Hídrica. Fortaleza, Ceará. 1988.

Fontes de Variação	GL	Quadrado Médio		
		Transpiração	Resistência estomática	Dif. temperatura ambiente-folha)
Cultivar (C)	3	2,73 ns	2,80 ns	0,12 ns
R. Hídrico (RH)	1	124,26 **	44240,59 **	9,90 **
CxRH	3	6,72 ns	77,53 ns	0,39 ns
Superfície foliar (SF)	1	0,01 ns	172,82 *	0,07 ns
CxSF	3	0,47 ns	18,48 ns	0,29 ns
RHxSF	1	0,52 ns	186,63 *	0,09 ns
CxSFxRH	3	0,45 ns	25,38 ns	0,14 ns
Dias (D)	5	68,13 **	34745,18 **	1,08 **
CxD	15	2,88 ns	31,38 ns	0,10 ns
RHxD	5	23,40 **	33904,56 **	2,08 **
CxRHxD	15	3,37 ns	28,12 ns	0,16 ns
SFxD	5	1,70 ns	64,97 ns	0,23 ns
CxSFxD	15	0,76 ns	39,18 ns	0,07 ns
RHxSFxD	5	1,05 ns	55,70 ns	0,03 ns
CxRHxSFxD	15	0,44 ns	41,76 ns	0,10 ns
Erro	96	2,24	45,39	0,13
CV (%)	42,37	34,65	66,96	

** Significativo ao nível de 1% pelo teste F.

* Significativo ao nível de 5% pelo teste F.

ns Não significativo.

TABELA 8 - Diferença de Temperatura (°C) Entre a Atmosfera e a Superfície Foliar de Cultivares de Amendoim submetidos a Ciclos de Deficiência Hídrica. Fortaleza, Ceará, 1988.

Dias	Tatu		Geórgia		PI-165317		55437	
	Úmido	Seco	úmido	seco	Úmido	seco	úmido	seco
21.09	0,48	0,65	0,53	0,50	0,55	0,58	0,98	0,41
22.09	0,50	0,90	0,55	0,58	1,10	0,53	0,70	0,40
23.09	0,53	0,45	0,50	0,83	0,63	0,63	0,70	0,65
26.09	1,0	0,08	0,79	0,88	1,00	0,50	1,25	0,33
28.09	0,95	-0,40	0,80	-0,08	0,90	0,00	0,85	-0,20
30.09	0,85	-0,33	0,65	-0,03	0,98	-0,43	0,73	-0,25
Média	0,72	0,22	0,64	0,44	0,86	0,30	0,87	0,22

Obs: A irrigação foi suprimida no tratamento seco a partir de 20.09.

- . A distribuição de matéria seca nas raízes, parte aérea e frutos não foi afetada pela deficiência hídrica;
- . Tanto a matéria seca da parte aérea como a das raízes foi reduzida ao nível de 42% da produção do controle, nos tratamentos onde a água foi restringida;
- . A deficiência hídrica determinou uma redução média na produção de vagens, nos três cultivares, da ordem de 62% do controle;
- . A produção e fertilização das flores foi menos afetada pela deficiência hídrica que o preenchimento dos frutos;
- . A transpiração nas duas superfícies foliares foi grandemente reduzida em resposta à deficiência hídrica. A resistência estomática sofreu aumentos substanciais em resposta à deficiência hídrica. Os estômatos da superfície ventral apresentaram maior sensibilidade (resposta mais rápida) às variações das condições hídricas da planta;
- . O amendoim apresentou rápida capacidade de recuperação após cessado o estresse. Com apenas 24 horas, a transpiração e a resistência estomática atingiram o nível do controle;

- . A diferença de temperatura entre a atmosfera e a superfície foliar foi grandemente afetada pela deficiência hídrica, constituindo esse parâmetro um bom índice das condições hídricas da planta, e
- . Não foram encontrados comportamentos diferenciados de realce entre os cultivares estudados com relação aos parâmetros de crescimento e de relações hídricas estudados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 - BABU, V.R. & RAO, D.V.M. Water stress adaptation in the groundnut (*Arachis hypogaea* L.). Foliar characteristics and adaptation to moisture stress. **Plant Physiology & Biochemistry**, 10(1):64-80, 1983.

2 - BOYER, J.S. Leaf enlargement and metabolic rates in corn, soybean and sunflower at various leaf water potential. **Plant Physiology**, 46:233-235, 1970.

3 - COCHRAN, N.C. & COX, G.M. **Experimental Designs**. New York, John Wiley & Sons.

- 4 - ERIKSON, P.I. & KETRING, D.L. Evaluation of peanut genotypes for resistance to water stress in situ. **Crop Science**, 25:870-876, 1985.
- 5 - HSIAO, T.C. Plant response to water stress. **Annual Rev. Plant Physiology**, 24:519-70, 1973.
- 6 - JOSHI, Y.C.; NAUTIYAL, P.C.; RAVINDRA, V. & DWIVEDI, R.S. Water relation in two cultivars of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) under soil water deficit. **Trop. Agric.**, 65(2):182-184, 1988.
- 7 - KHALFAOUI, J.L.B. Conduite de l'amélioration génétique de l'adaptation à sécheresse, en fonction de ses mécanismes physiologiques. **Oleagineux**, 40(3):329-332, 1985.
- 8 - PANDEY, R.K.; HERRERA, W.A.T. & PENDLETON, J.N. Drought response of grain legumes under irrigation gradient. I: Yield and yield components. **Agronomy J.**, 76:549-552, 1984.
- 9 - SCHOLANDER, P.F.; HAMMEL, H.T.; HEMMINGSEN, E.A. & BRAOS-TREET, E.D. Sap pressure in vascular plants. **Science**, 148:339-346, 1965.
- 10 - SILVA, A.D.A. da. Deficiência hídrica em cultivares de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) Dep. de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1986, 54p. (Tese de Mestrado).
- 11 - SMITH, B.W. *Arachis hypogaea* reproductive efficiency. **Amer. Journal of Botany**, 41:607-616, 1954.
- 12 - TÁVORA, F.J.A.F.; COSTA, J.O.; ALVES, J.F. Resposta do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) a diferentes níveis de disponibilidade hídrica. **Ciênc. Agron.**, 16(2):95-102, 1985.
- 13 - TÁVORA, F.J.A.F.; MAMEDE, F.B.F. & OLIVEIRA, E.B. Manipulação do período de florescimento do amendoim. **Ciênc. Agron.** 10(1):43-47, 1980.
- 14 - TURNER, N.C. & BEGG J.E. Plant-water relations and adaptation to stress. **Plant and Soil**, 58:97-131, 1981.

PROPAGAÇÃO DE INHAME (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) PELO MÉTODO DE DIVISÃO DE RIZOMAS

Édson Ferreira de Carvalho¹

RESUMO

O ensaio foi instalado em área experimental da Universidade Federal do Acre, em Rio Branco - Acre - Brasil, para estudar um método rápido de propagação de inhame (*Colocasia esculenta*). O experimento consistiu em quatro tratamentos (rizoma central íntegro e divisão do rizoma central em quatro, oito e doze seções) e seis repetições. A divisão do rizoma central em quatro partes foi o melhor método de propagação vegetativa. A seção basal do rizoma central tem poucas gemas e não produz rebentos rapidamente. Essa técnica de propagação é muito mais rápida e eficiente que o método de multiplicação convencional.

PALAVRAS-CHAVE: *Colocasia esculenta*, inhame, propagação vegetativa.

SUMMARY

In order to study the method for rapid vegetative propagation of taro (*Colocasia esculenta*) one experiment was carried out in experimental area of Federal University of Acre, in Rio Branco - State of Acre - Brazil. The experiment consisted of four treatments (intact central rhizome and division of central rhizome in four, eight and twelve sections) and six replication. The division of central rhizome in four sections was the best method for vegetative propagation. The basal corn sections has little buds and did not readily produce aprout. This propagation technique is many times more rapid and efficient than the conventional field multiplication method.

INDEX WORDS: *Colocasia esculenta*, taro, vegetative propagation.

INTRODUÇÃO

As condições climáticas predominantes no trópico-úmido (temperatura anual de 22 a 32°C e elevada umidade relativa) são extremamente desfavoráveis, de uma maneira geral, ao cultivo de hortaliças (NODA et al³).

A Amazônia, por não ter condições favoráveis ao cultivo da batata (*Solanum tuberosum* L.), adquire esse produto das regiões sul e sudeste, sujeito à majoração excessiva de tarifas, transporte deficitário e altas taxas de perdas. Assim, a população fica mal abastecida e o produto muito caro. O cultivo de feculentas, como o inhame (*Colocasia esculenta* (L.) Scott), mais adaptadas à região, é uma alternativa importante como fonte de alimentação suplementar (NODA et al³; NOLASCO⁴).

O inhame é espécie produtora de rizoma amiláceo, com larga distribuição geográfica, especialmente nas regiões tropicais. Pertence a família Araceae, que compreende mais de 100 gêneros de 1500 espécies (NOLASCO⁴; ONWEME⁵; PARDALES & DALION⁶).

O inhame adapta-se muito bem às condições tropicais e desenvolver-se em solos pobres. Pode ser cultivado tanto em áreas de terra-firme como em alagadas; apresenta elevado rendimento por unidade de área, fácil conservação e alto valor nutritivo e resistência a pragas e doenças. É considerada cultura típica de subsistência (NODA et al³; NOLASCO⁴).

¹ Engº. Agrônomo., D. Sc. Departamento de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Acre, 69.900 Rio Branco-AC

O inhame é propagado pelo plantio do rizoma-mãe ou central e rizomas laterais, constituindo os últimos melhor material de propagação (FILGUEIRA¹; NOLASCO⁴). Um dos principais problemas para se implantar a cultura é a falta de material propagativo. A propagação convencional por rizomas exige muito tempo e é onerosa em razão do grande volume de material a transportar e da necessidade de grandes áreas para produção do material de propagação. O método de produção de mudas por divisão de rizomas pode constituir uma alternativa viável para solucionar o problema da escassez de material de plantio, reduzir o tempo e os custos de produção desse material.

A viabilidade dessa hipótese, nas condições da Amazônia é objeto deste trabalho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação, em área experimental da Universidade Federal do Acre, no período de 17.07.90 a 28.08.90. Foram utilizados rizomas de inhame do cultivar "Macaquinho".

Os rizomas centrais (140 + 5 g) foram divididos em quatro, oito e doze partes, constituindo os tratamentos T1, T2 e T3, respectivamente. A utilização de rizomas centrais inteiros formou o tratamento TO. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com seis repetições.

Após o corte dos rizomas, os pedaços foram deixados à sombra por 48 horas para que ocorresse a cicatrização das partes cortadas, reduzindo-se, assim, a porta de entrada para microorganismos. Decorrido esse período, as partes dos rizomas foram colocadas em leito de areia lavada e cobertas com o mesmo substrato. Nas modalidades de divisão T3 e T4, as partes da base, meio e ponta dos rizomas centrais foram plantadas, separadamente, no leito de areia, para verificar se haveria diferença de brotação entre as seções dessas regiões. O substrato e as plântulas foram irrigados sempre que se fez necessário.

A altura das plântulas e o número de

mudas produzidas foram avaliados de sete em sete dias a partir da brotação, perfazendo-se um total de quatro avaliações. A matéria fresca da parte aérea e radicular foi pesada no final do período experimental. Para a pesagem da massa radicular eliminou-se o fragmento de rizoma na base da muda.

O índice de velocidade de brotação das gemas foi feito pela contagem semanal das plântulas brotadas, até a constância desse número, utilizando a fórmula modificada de MAGUIRE², expressa por $V_b = N1/D1 + N2/D2 + \dots + Nn/Dn$, em que: VB = velocidade de brotação, D1 = número de dias para primeira contagem, Dn = número de dias a última contagem, N1 = número de plântulas na primeira contagem e Nn = número de plântulas na última contagem.

Os dados obtidos foram submetidos às análises de variância e regressão, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura de plantas diminuiu de forma linear à medida que se aumentou o número de divisões de rizomas (Fig. 1). Rizomas inteiros e pedaços de rizomas maiores apresentaram mais reservas nutritivas, o que possibilitou maior crescimento da parte aérea. Com o incremento das divisões, houve redução dessas reservas e consequente decréscimo do tamanho das mudas.

Nos tratamentos T2 e T3 a análise estatística mostrou diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade para altura de plantas originadas de pedaços das partes basal(B), mediana(M) e ponta(P) do rizoma central (Fig. 2). Nos tratamentos T2 e T3, as mudas das partes superior e mediana apresentaram maior altura que as das demais partes. A menor altura das plântulas originadas da região basal deve-se, provavelmente, ao menor vigor das gemas dessa região do rizoma.

A produção média de matéria fresca total (parte aérea e radicular) por muda originária de rizoma inteiro foi 165, 165 e 166% superior ao de mudas originadas de 1/4

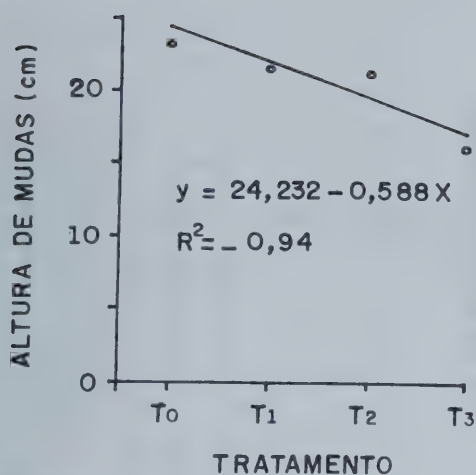


FIGURA 1

Altura média de mudas de inhame em diferentes modalidades de divisão de rizomas

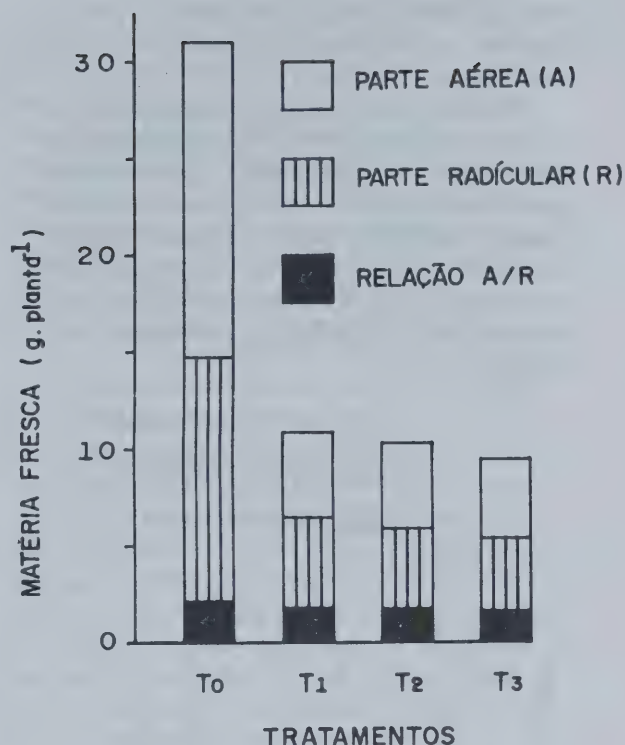


FIGURA 3

Produção média de matéria fresca da parte aérea (A) e radicular (R) por plantas e relação A/R, em diferentes modalidades de divisão de rizomas

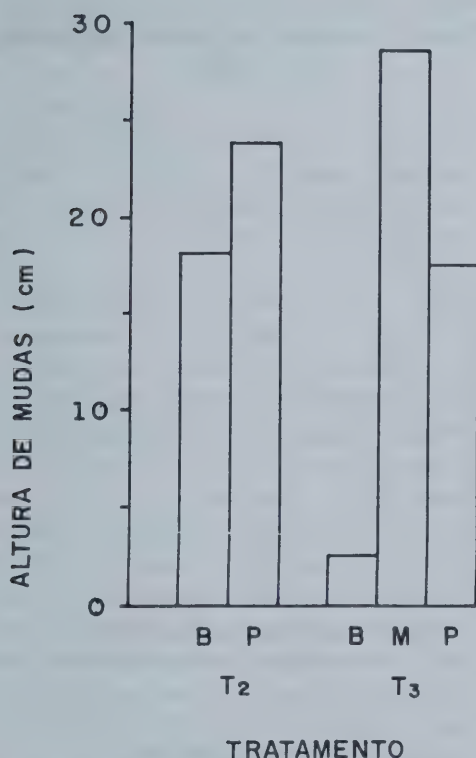


FIGURA 2

Altura média de mudas de inhame originadas de seções das regiões basal (B), mediana (M) e ponta (P) doo rizoma-mãe

(T₁), 1/8 (T₂) e 1/12 (T₃) do rizoma central, respectivamente. Não houve diferença de produção de matéria fresca total e das partes aérea (A) e radicular (R) entre os tratamentos T₁, T₂ e T₃ e da relação A/R entre os tratamentos, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Fig. 3).

Nos tratamentos T₂ e T₃, houve diferença significativa para produção de matéria fresca das partes aérea e radicular e relação parte aérea/raiz. A produção de matéria fresca da parte aérea e radicular, de mudas originadas de pedaços da ponta (T₂) e da região mediana (T₃) do rizoma central não diferiu entre si, mas foi superior à produção das mudas oriundas das demais regiões. As mudas de inhame, originadas da parte basal (T₃), apresentaram menor produção de matéria fresca da parte aérea e menor relação parte aérea/raiz, sendo que

não houve diferença significativa na produção de matéria fresca radicular entre os tratamentos T2 (B) e T3 (B e P) (Fig. 4).

Nota-se que, nas duas modalidades de divisão do rizoma (T2 e T3), as gemas da parte basal do rizoma-mãe apresentaram menor crescimento e produção de matéria fresca. Quando se dividiu o rizoma-mãe em doze partes (T3), as gemas da geração central foram as que apresentaram maior crescimento (Fig. 2) e produção de matéria fresca (Fig. 4).

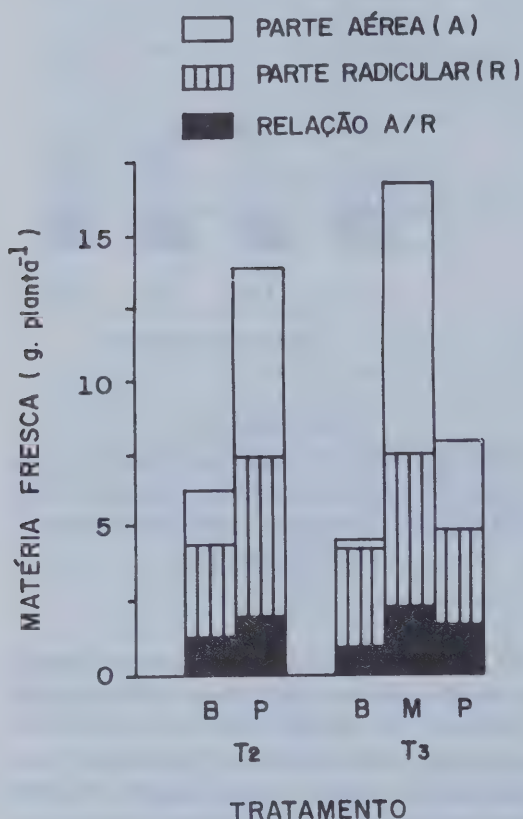


FIGURA 4

Produção de matéria fresca da parte aérea (A) e radicular (R) e relação A/R de mudas de inhame originadas de secções das regiões basal (B), mediana (M) e ponta (P) do rizoma-mãe

O número médio de mudas produzidas por rizoma inteiro (TO) foi inferior aos demais tratamentos, que não diferiram entre si pelo teste de Tukey (Fig. 5).

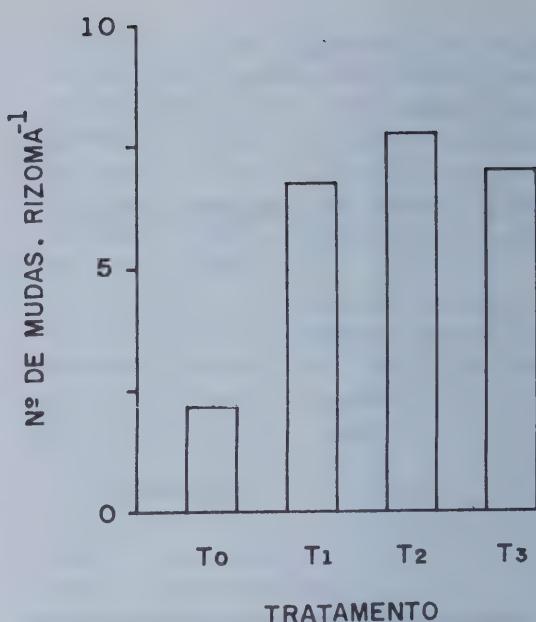


FIGURA 5

Número médio de mudas produzidas por rizoma, em quatro modalidades de divisão de rizomas

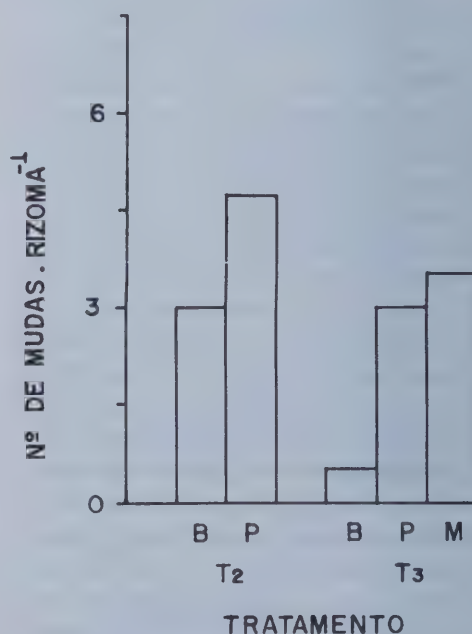


FIGURA 6

Número médio de mudas de inhame originadas de secções das regiões basal (B), mediana (M) e ponta (P) do rizoma-mãe

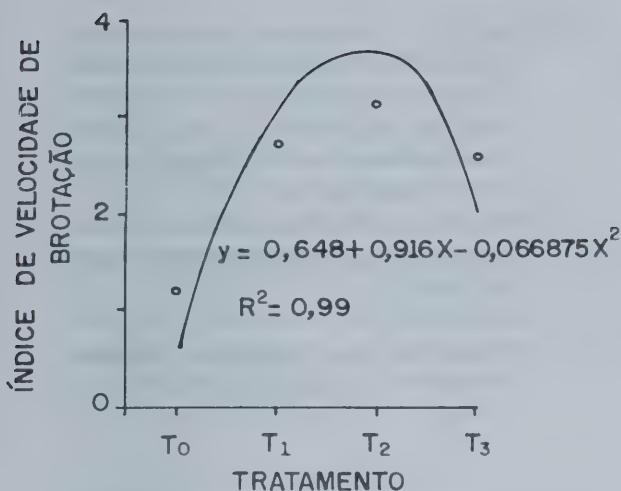


FIGURA 7

Índice de velocidade de brotação de gemas de inhame, em diferentes modalidades de divisão de rizomas

O número médio de mudas produzidas foi maior na região superior do rizoma-mãe quando este foi dividido em oito partes (T2 - P). Não houve diferença significativa entre os tratamentos T2 - B e T3 - P e M (Fig. 6). A região basal do rizoma-mãe apresentou menor produção de mudas, possivelmente pelo menor número e vigor das gemas ou, ainda, por um possível efeito hormonal.

Houve relação quadrática ($R^2 = 0,99$) entre o número de divisões do rizoma-mãe e o índice de velocidade de brotação, ocorrendo um ponto máximo no tratamento em que se dividiu o rizoma-mãe em oito partes (Fig. 7). No rizoma-mãe inteiro, uma ou duas gemas brotaram e assumiram a dominância apical, impedindo a brotação das demais gemas. Quando o rizoma-mãe foi dividido, houve a quebra da dominância apical, permitindo maior número de gemas brotadas. Entretanto, divisões de ordem elevada (T3) diminuíram o índice de velocidade de brotação, possivelmente porque pedaços menores do rizoma têm menores reservas nutritivas. O índice de velocidade de brotação, que é um índice de vigor, evidencia que a divisão do rizoma-mãe em oito partes possibilitou maior brotação de gemas.

A parte basal do rizoma-mãe apresentou menor produção de mudas (Fig. 6 - T2 B e T3 B), provavelmente por possuir menor número de gemas foliares e maior de radiculares. Mudanças originadas de gemas dessa região também apresentaram menor crescimento (Fig. 2 - T2 B e T3 B) e produção de matéria fresca das partes aérea e radicular (Fig. 4 - T2 B e T3 B) que as da mediana e apical. O mecanismo de controle da brotação das várias gemas existentes no rizoma-mãe do inhame é, possivelmente, o mesmo que para outras plantas que se reproduzem de forma semelhante. O balanço hormonal entre inibidores e promotores determina a sequência e a velocidade de brotação das gemas de um mesmo rizoma. Os cortes do rizoma-mãe promovem alterações nesse balanço, provocando a brotação das gemas nas várias partes. Pode-se supor que, além do menor número de gemas na parte basal, o balanço hormonal entre promotores e inibidores da brotação seja desfavorável nessa região.

Como não houve diferença significativa na altura das mudas (Fig. 1), na produção de matéria fresca (Fig. 3) e no número médio de mudas produzidas por rizoma (Fig. 5), quando se dividiu os rizomas-mãe em quatro, oito e doze partes, pode-se eleger a modalidade de corte T1 (quatro partes iguais) como a melhor, pois, além de reduzir o número de cortes, essa modalidade foi tão eficiente quanto as demais seja na indução de brotação das gemas ou no número de mudas produzidas.

CONCLUSÕES

1. A divisão do rizoma-mãe em quatro partes constitui o método menos trabalhoso e tão eficiente na produção de mudas quanto a divisão em oito e doze partes.

2. A parte basal do rizoma-mãe originou mudas de menor altura e quantidade de fitomassa, além de menor número de mudas, enquanto as mudas de inhame originadas da região mediana apresentaram maior altura e maior produção de fitomassa.

3. Os resultados obtidos demonstraram a viabilidade do método de propagação de inhame através de divisão do rizoma-mãe.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. FILGUEIRA, F.A.R. Aráceas - a família do inhame. In: **Manual de olericultura, cultura e comercialização de hortaliças**. São Paulo, Ed. Agr. Ceres, 1981.
2. MAGUIRE, J.D. Speed of germination - aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Sci.**, 2:176-7, 1962.
3. NODA, H.; PAIVA, W. O. & BUENE, C.R. Hortaliças da Amazônia. **Ciência Hoje**, 3:32-37, 1984.
4. NOLASCO, F. Aspectos Gerais da cultura do inhame (**Colocasia esculenta** Schott). In: HEREDIA, M.C.V.; BURBA, J.L. & CASALI, V. W. D. (Eds.) **Seminários de olericultura**. Vol. VI. UFV, 1983. p. 1-36.
5. ONWEME, I.C. **The tropical tuber crops**. New York, John Wiley & Sons, 1978. p. 199-206.
6. PARDALES, J.R. & DALION, S.S. Methods for rapid vegetative propagation of taro. **Trop. Agric.**, 63:278-280. 1986.

PROCEDIMENTO PARA O CONTROLE DO MINADOR DO CAUPI COM AGROTÓXICOS

José Higino R. Santos¹

José Maria A. Alves²

J. Nunes Pinheiro³

Jaeger H. Pinho⁴ & Silvana P. Mendes⁵

RESUMO

O presente trabalho relata o melhor procedimento para avaliação das diferenças de ataque de Agromyzidae entre cultivares de caupi, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., assim com o controle do minador com agrotóxicos. Os experimentos foram conduzidos no **campus** do Pici, em Fortaleza, no Ceará, sendo um com dez cultivares para determinar a folha ideal para avaliar os níveis de ataque e outro, com quatro tratamentos (**pyrazophos**, **deltametrina**, **trichlorfon** e testemunha não tratada), com seis repetições. O primeiro ensaio foi plantado no período de março e maio e, o segundo, no período de agosto e setembro de 1990, respectivamente. Os dois foram conduzidos sob condições de sequeiro com irrigação complementar, adotando-se o espaçamento de 1,0 x 0,5 metros, com duas plantas por cova. Empregou-se o delineamento em blocos ao acaso, e, os resultados foram analisados pelas quantidades médias de minas por planta em diferentes categorias de folhas, empregando-se os testes de "F" e de Tukey ao nível de 5% de probabilidades. Chegou-se, dentre outras, às seguintes conclusões: a primeira folha trifoliolada dos cultivares de caupi é a ideal para amostrar-se infestações de "Agromyzidae", e o "pyrazophos" é um agrotóxico eficiente no controle do minador, *Liriomyza sativae*.

PALAVRAS-CHAVE: Agromyzidae, *Liriomyza sativae*, agrotóxico, *Vigna unguiculata*.

SUMMARY

The present research aimed to look for a better proceeding to estimate the difference of Agromyzidae's attack among cultivars of cowpea, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., and the control of the miner with pesticides. The study was carried out in the **campus** of Pici, Fortaleza, Ceara, Brazil and the first assay consisted of ten cultivars as treatments, with four replications. The second assay consisted of four treatments (pyrazophos, deltamethrin, trichlorfon and untreated testimony), with six replications. Plants were grown from March to May of 1990, in the first part of the observations, and from August to September of 1990, in the second part. The two assays were conducted under drought's conditions with complementary irrigation, with two plants per pot. It was used a randomized block design and the results were analysed by the medium number of mines per plant in different categories of leaves. It was observed that the first trifoliolate leaves of the cultivars of cowpea were the best ones to take samples of Agromyzidae's infestations and that the pyrazophos is an efficient agrototoxic in the control of the miner, *Liriomyza sativae*.

KEY WORDS: Agotoxic, cowpea, agromyzidae.

INTRODUÇÃO

As plantas de caupi, *Vigna unguiculata* (L.) Walp., são bastante atacadas por agromizídeos que minam as suas folhas, às vezes em níveis elevados de infestação. No Nordeste do Brasil, a única espécie que tem sido referida como praga do caupi é *Liriomyza sativae* (Blanchard), tal como foi apontado por SANTOS e QUINDERÉ⁵.

É uma pequena mosca com aproximadamente 1,4 mm de envergadura, de abdome amarelo e com olhos compostos gran-

1 Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará

2 Aluno do Mestrado de Agronomia-Fitotecnia do CCA/UFC,

3 Engenheiro Agrônomo.

4 Monitor de Entomologia do CCA/UFC.

5 Agronomanda do CCA/UFC.

des e de tonalidades amarronzadas. Seu ataque ocorre sobretudo nos meses mais quentes e secos, como foi constatado por MORAIS & RAMALHO³. Ademais, tal como foi verificado por COSTA et alii¹ e ZITTER & TSAI⁶, pode ser transmissora de viroses.

MORAES et alii² avaliaram a resistência relativa de 50 cultivares de caupi à *L. sativae*, por estimativa visual da percentagem da área foliar danificada, aproximadamente aos 65 dias de idade das plantas. O procedimento mencionado revelou uma amplitude muito baixa entre os dados, talvez significando a necessidade de uma maior precisão na eleição das folhas a serem amostradas. Assim sendo, com o presente trabalho fez-se a determinação da categoria de folha ideal para avaliar-se os níveis de ataque do minador, bem como avaliou-se o seu controle com alguns agrotóxicos.

MATERIAL E MÉTODO

Este trabalho foi executado no Campus do Pici, em Fortaleza, no Ceará, de março a setembro de 1990, sob condições de sequeiro com irrigação complementar. Constatou-se de dois experimentos, em blocos ao acaso, sendo que no primeiro, desenvolvido nos meses de março e maio, determinou-se a categoria de folha ideal para avaliar-se os níveis de infestação. Com o segundo, conduzido nos meses de agosto e setembro, avaliou-se a ação de três agrotóxicos no controle do agromizídeo. Nos ensaios adotou-se o espaçamento de 1,0 x 0,5 metros, com duas plantas por cova.

O primeiro experimento constou de dez cultivares de *Vigna unguiculata* como tratamentos, com quatro repetições, representadas por duas fileiras de um metro e cinquenta centímetros. Os levantamentos das infestações de Agromyzidae foram procedidos pelas quantidades de minas por folha, do seguinte modo: nas folhas primárias, isto é, primeiras definitivas não trifolioladas, foram contadas aos 21 dias após a germinação; as das primeiras trifolioladas, aos 35 dias, e as restantes aos 50 dias de idade das plantas.

O segundo experimento foi plantado com o cultivar 'Pitiúba' e contou com quatro tratamentos e seis repetições. As repetições tiveram as dimensões de 2,0 x 2,0 metros, com duas linhas de bordadura e uma linha útil localizada em posição mediana àquelas. Apenas as linhas úteis receberam os tratamentos, os quais foram os seguintes: pirazophos, (1 ml/l); deltametrina, (3 ml/l); trichlorfon, (1 ml/l); e testemunha não tratada.

Os tratamentos foram aplicados duas vezes, aos 15 e 28 dias, após a germinação. As contagens de minas foram procedidas em três épocas, isto é, aos 14, 28 e 35 dias de idade das plantas, constando-se-as nas primeiras folhas trifolioladas de todas as plantas da área útil.

Os resultados dos dois ensaios foram analisados pelas quantidades médias de minas por planta. Empregou-se o teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, são apresentadas as quantidades médias de minas de Agromyzidae, provavelmente, em sua maioria, de *L. sativae*, em cinco categorias de folhas dos dez cultivares de *V. unguiculata* estudados. Pelo exame da tabela mencionada, constata-se que todos os cultivares foram atacados nas cinco categorias de folhas observadas. Entretanto, observou-se que apenas as primeiras folhas trifolioladas, mostraram diferença significativas entre os cultivares.

Em razão do que se apontou no parágrafo anterior, pode-se levantar a hipótese de que a primeira folha trifoliolada é a categoria de folha ideal para se estudar a susceptibilidade relativa de cultivares de caupi ao ataque de Agromyzidae. Ademais, esta folha é lançada aproximadamente aos nove dias após a germinação, tal como foi definido por NOGUEIRA & SANTOS⁴, o que enseja possibilidade de fazer-se observações bem antes dos 35 dias, tal como foi procedido no presente trabalho. A antecipação mencionada, torna-se muito útil, pois propiciará economia e viabilidade a condução de economia e viabiliza a condução de mais plantios em uma mesma área, por

TABELA 1 - Quantidades Médias de Minas de Agromyzidae por Planta, em Cinco Categorias de Folhas de Dez Cultivares de Caupi. Fortaleza, 1990.

Cultivares	Categorias de Folhas				
	Primárias	Trifolioladas			
		1ª	2ª	3a	Demais
Setentão (CE-596)	3,38	4,21 a	5,82	4,82	21,10
BR-1 Poti (CE-611)	3,10	3,56 a	3,90	4,16	14,52
João Paulo II (CE-586)	3,65	3,65 a	6,08	5,24	15,34
Pitiúba (CE-31)	5,11	5,42 a	5,99	4,26	14,42
Seridó (CE-01)	4,54	4,69 a	5,92	5,56	19,57
CE-315	3,12	1,98 b	4,60	3,78	13,97
Cabecinha (CE-04)	3,02	3,18 a	3,18	6,63	15,09
40 dias (CE-18)	4,42	4,40 a	6,32	4,21	17,91
Novato (CE-44)	3,43	4,04 a	4,91	4,95	12,59
Carrapicho (CE-66)	3,31	4,28 a	5,42	4,80	20,53
C.V.	26,68	30,35	28,72	23,31	24,39
D.M.S. (Tukey)	m.s.	m.s.	2,91	m.s.	m.s.

(*) Duas médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

TABELA 2 - Quantidades Médias* de Minas de Agromyzidae por Planta, nas Primeiras Folhas Trifolioladas, em Três Idades das Plantas, no Ensaio de Controle do Minador do Caupi. Fortaleza, 1990.

Tratamentos	Idades das Plantas em Dias		
	14	28	35
Pyrazophos (1 ml/litro)	1,28 a	2,58 a	2,35 a
Deltametrina (3 ml/litro)	1,77 a	4,90 b	5,32 b
Trichlorfon (1 ml/litro)	1,58 a	5,72 b	7,43 c
Testemunha	1,47 a	6,50 b	9,08 c
D.M.S.	n.s.	2,21	1,68
C.V.	33,32	9,47	15,34

(*) Médias seguidas das mesmas letras não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

estação chuvosa.

Comparando-se as quantidades médias constatadas as primeiras folhas trifolioladas, verifica-se que apenas o cultivar CE-315 difere, significativamente, dos demais, uma vez que a diferença mínima significativa foi de 2,91. Entretanto, vale destacar que o cultivar mencionado exibe a primeira folha trifoliolada e com folíolos bem mais estreito que os dos demais cultivares submetidos ao estudo.

Comparando-se a amplitude dos dados do presente trabalho àquela dos resultados de MORAIS, et alii², que a do presente trabalho foi bem mais ampla, o que talvez enseje uma maior possibilidade de discriminação entre os cultivares, no que diz respeito às suas diferenças de susceptibilidade relativa ao ataque dos Agromyzidae.

Na Tabela 2 são apresentadas as quantidades médias de minas nas três épocas de contagem e, os resultados pelo teste de Tukey. Face a estes dados, verifica-se o seguinte:

- a) Na contagem efetuada aos 14 dias, não houve diferença significativa entre os tratamentos, o que permite afirmar-se que o ataque do minador era uniforme entre as parcelas, antes da aplicação dos tratamentos;
- b) As contagens realizadas dos 28 e 35 dias decorridos da germinação das plantas, evidenciaram ser o pyrazophos o agrotóxico mais eficiente no controle do minador, dentre os três avaliados, destacando-se, inclusive, dos dois outros, já aos quatorze dias após a primeira aplicação; e
- c) A deltametrina, aos sete dias após a segunda aplicação, foi superior ao trichlorfon e, este último, não diferiu da testemunha não tratada.

CONCLUSÕES

Em face dos resultados discutidos e das condições em que os experimentos foram conduzidos, conclui-se que a primeira folha trifoliolada dos cultivares é a ideal para amostrar-se os níveis de ataque dos Agromyzidae, principalmente da *Lirioniza sativae*,

para avaliar-se a susceptibilidade relativa dos mesmos, ao inseto mencionado, podendo, outrossim, a avaliação ser levada a efeito antes dos 35 dias de vida das plantas. Ademais, o pyrazophos CE, (300 g/l) na dosagem de um mililitro do produto comercial por litro de água, é um agrotóxico eficiente no controle do minador estudado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. COSTA, A.S.; SILVA, D.M.; DUFFUS, J.E. Plant virus transmission by a leaf-miner fly. *Virology*, **5**:145-149. 1958.
2. MORAES, G.J.; MAGALHÃES, A.A.; OLIVEIRA, C.A.V. Resistência de variedades de *Vigna unguiculata* ao ataque de *Lirioniza sativae* (Diptera, Agromyzidae). *Pesq. Agropec. bras.*, **16**(2):219-221. 1981.
3. MORAES, G.J. & RAMALHO, F.S. Alguns insetos associados e *Vigna unguiculata* Walp no Nordeste. Petrolina, EMBRAPA-CNPATSA, 1980, 10p. (EMBRAPA-CPTSA. Boletim de pesquisa, 1).
4. NOGUEIRA, R.S.A. & SANTOS, J.H.R. Estudos de biologia do feijão-de-corda, *Vigna sinensis* (L.) Sav. *Ciênc. Agron.*, **12**:(1/2):1-16. 1981.
5. SANTOS, J.H.R. & QUINDERÉ, M.A.W. Distribuição, importância e manejo das pragas do caupi no Brasil. Cap. 21. In: ARAÚJO, J.P.P. & WATT, E.E. O Caupi no Brasil. EMBRAPA/IITA, Brasília, 1988. 722p.
6. ZITTER, T.A. & TSAI, J.H. Transmission of three potiviruses by the leaf miner, *Lirioniza sativae* (Dip., Agromyzidae). *Pl. Dis. Repr.*, **61**(12):1025-1029. 1977.

INFLUÊNCIA DO “MOSQUITO” DO ALGODOEIRO, *Gargaphis torres* LIMA, 1992 (HEMIPTERA, TINGIDAE), SOBRE A PRODUÇÃO DO ALGODOEIRO ANUAL1

Francisco V. Vieira²
José Higino R. Santos²
Irlanda T. Lima³ e
Pedro Eymard F. Castro³

RESUMO

Trabalho realizado na Fazenda Lavoura Seca, área da Estação de Avisos Fitossanitários de Quixadá, Ceará, Brasil, sobre a interação *Gargaphia torresi* Lima (Hemiptera, Tingidae) com Algodoeiro herbáceo, *Gossypium hirsutum* L. Constitui-se, o inseto, numa das mais nocivas pragas da malvácea fibro-oleaginosa nas principais regiões algodoeiras cearenses, o Sertão Central, e o Sertão Centro-Sul, sendo a cultura uma importante fonte de divisas para a economia do referido Estado. Constatou-se que a presença de 1,22 espécimes desse inseto toxicogênico por cm² da folha do algodoeiro pode causar-lhe a perda de algodão em rama, da ordem de 54,70%, havendo-se, outrossim, concluído que, nas condições das regiões algodoeiras citadas, o controle ao tingideo *G. torresi* deve ser efetuado logo após o desbaste da cultura ou antes, por meio da semente tratada com inseticida sistêmico.

PALAVRA-CHAVE: Danos, Produção, Algodoeiro, *Gargaphia torresi*.

SUMMARY

This is a study on the interaction of *Gargaphia torresi* Lima (Hemiptera, Tingidae), with the cotton plant *Gossypium hirsutum* L., which was carried out in Lavoura Seca Farm, Quixadá, Ceará, Brazil. *G. torres* has shown to be one the most important pests of

cotton in the productive Central and South Central regions of the State. Results of the study led us to report a population density of 1.22 individuals per square centimeter on the leaf blade which is enough to cause plant losses in the order of 54,70%. Control measures, for cotton in the regions depicted above, could be better achieved through seed dressing with systemic insecticides or leaf systemic spraying sight after plant thinning.

KEY WORDS: Pest of cotton, *Gargaphia torresi*, systemic insecticides.

INTRODUÇÃO

A ocorrência de insetos e ácaros-pragas sobre a cultura do algodoeiro no Ceará há-se constituído, com o advento do “bicudo”, *Anthonomus grandis* Boheman, na principal causa redutora da produção de algodão em rama. Os agricultores derivaram para a exploração de culturas alternativas, ou o algodoeiro, especialmente a variedade semi-perene. Esta situação configura-se mais desfavorável ao Estado do Ceará que, há menos de um decênio produzia 50%, aproximadamente, do algodão colhido no Nordeste brasileiro, mantendo esta liderança até 1985, com 210.145 toneladas (FIBGE³). O problema maior da lavoura algodoeira no Estado é a presença do “bicudo” nos agroecossistemas de algodão cearense, contudo, nos dois últimos anos, é uma praga de importância secundária. Outra praga, é o “mosquito”, *Gargaphia torresi* Lima, 1922, inseto toxicogênico que, a partir da década de 80, tem sido

1 Trabalho decorrente do sistema de Estações de Avisos Fitossanitários do Ceará.

2 Professores do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará e pesquisadores do CNPq.

3 Engenheiro Agrônomo da Secretaria de Agricultura e Reforma Agrária do Ceará - SEARA-CE.

mais ostensivo e com populações numerosas nas duas principais regiões algodoeiras do Ceará, os Sertões Central e Centro-Sul. Em função do seu hábito alimentar provoca enfezamento ou nanismo na planta, consequentemente, diminuição e produtividade do algodoeiro.

Embora os efeitos da interação algodoeira/*Gargaphia torresi* só hajam despertado a atenção de entomologistas ao longo dos últimos dez anos, a sua ocorrência foi relatada por ROCHA⁸. MENDES⁶ relacionou-se ao algodoeiro, sugando-lhe folhas de plantas da região de Marília, São Paulo, e MENDES⁷, ao publicar uma lista preliminar dos tingídeos de Minas Gerais mencionou o algodoeiro, além de *Triunfetta* ssp., *Sida* sp. e *Croton* sp., como hospedeiras do percevejo *G. torresi*.

Em trabalho de compilação sobre a cultura do algodão “mocó” no Nordeste brasileiro, ANDERSON, CLAYTON & CIA LTDA.¹ reportaram-se à problemática sanitária, inclusive, da planta, referindo-se ao “mosquito” ou “chupão”, *G. torresi*, como “uma praga tão perigosa e temível quanto o pulgão, que ataca também e de preferência as plantinhas novas. Aduz a diagnose, ainda no tocante a esta espécie, “que as plantas novas sofrem muito, mesmo sob franco ataque dessa praga, ficando atrasadas e raquíticas”, motivo pelo qual, não se deve permitir que a infestação se desenvolva, para depois combatê-la”. Ademais, a mesma fonte adverte para a necessidade de situar-se o algodoeiro distante do feijão macassar, do marmeleiro e do “relógio”, plantas hospedeiras da praga em causa. Através de alentado e minucioso inventário da entomofauna do Ceará e de suas plantas hospedeiras, SILVA⁹ arrola o “mosquito”, *G. torresi*, como praga do algodoeiro, atacando-lhe as folhas e GALLO et al⁵ afirmam ser esta espécie um percevejo comum no Nordeste do Brasil, acrescentando-lhe a seguinte resenha morfo-biológica: asas rendilhadas, semi-transparentes, colonizando, as formas jovens, a face inferior da folha do algodoeiro, onde sugam a seiva.

Este trabalho é um estudo, em caráter preliminar, da influência do ataque de po-

pulações do percevejo fitófago *G. torresi* sobre a produção do algodoeiro anual, *Gossypium hirsutum* L., cultivar CNPA Precoces 1, além de testar um processo de amostragem, relacionando-se a quantidade de “mosquitos” incidentes com a percentagem de redução na produção da cultura infestada.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente ensaio foi desenvolvido numa área de 864m² da Fazenda Lavoura Seca, Latitude 4°59', Longitude 39°07'WG, base física da Estação de Avisos Fitossanitários de Quixadá, Sertão Central do Ceará, plantada em março de 1989 com o algodoeiro herbáceo, *G. hirsutum* L., cultivar CNPA Precoces 1, dividida em 04 blocos com 10 linhas de plantas, cada, cujo espaçamento era de 0,8m entre fileiras e de 0,4m dentro da fileira, tendo cada linha de plantas o comprimento de 30m.

Foram adotados os seguintes tratamentos:

A - Plantas tratadas com o inseticida-acaricida monocrotofos a 0,067% i.a., aos 25 dias de idade das plantas, e com o piretróide cypermctrina 30 Ed, aos 51 e 100 dias de idade do algodoeiro;

B - Plantas tratadas com cypermctrina 30 ED aos 25, 58 e 100 dias de idade do algodoeiro;

C - Plantas tratadas com cypermctrina 30 ED aos 25, 65 e 100 dias de vida do algodoeiro; e

D - Plantas tratadas com o piretróide cypermctrina 30 ED aos 100 dias de idade das plantas.

Estas diferenças de datas, relativas ao tratamento químico dos blocos, tinham o objetivo de ensejar níveis populacionais diversos do “mosquito” entre as linhas de plantas.

Ao cabo de 7 dias da germinação do algodoeiro, depois a intervalos de uma semana, até os 93 dias de idade das plantas, 10 destas, marcadas em cada linha, eram inspecionadas com vistas ao ataque do “mosquito”, registrando-se na ficha de campo o índice de infestação, determinado em função da densidade populacional de *G.*

torresi sobre o algodoeiro, mediante a atribuição das seguintes menções: **b** (baixo), às plantas com menos da metade das folhas infestadas; **m** (médio), às plantas com a metade das folhas colonizadas pelo “mosquito” e, **f** (forte) atribuída às plantas com mais da metade das folhas abrigando a referida espécie. Na mesma planta anotava-se o nível de infestação da praga, pela contagem de espécimes adultos e ninfas, indistintamente, em 2cm² de uma colônia forte. Ademais, as plantas marcadas dos 44 aos 86 dias de idade foram amostradas em função da busca da incidência do “bicudo”, registrada em percentagem e, aos 85 dias de vegetação, as mesmas plantas marcadas em cada linha tiveram as suas maçãs contadas.

A par do levantamento dos níveis e índices de infestação das populações do “mosquito”, elegeram-se três classes de linhas, da seguinte maneira: uma classe de linha de plantas foi definida pela quantidade de 01 a 10 espécimes do “mosquito”/2cm² decorrente das contagens acumuladas, dos 7 aos 86 dias de vida da cultura; outra, cuja soma de “mosquitos” ficou no intervalo de 11 a 20 espécimes e, a terceira, cuja quantidade de **G. torresi**, oriunda das contagens acumuladas, dos 7 aos 86 dias de idade, medeia de 21 a 30 indivíduos. Destas classes foram retiradas as linhas de plantas em que a infestação do “bicudo” situou-se acima de oito estruturas (botões florais) atacadas, somando-se os valores observados no período compreendido entre 44 e 86 dias de vegetação das plantas.

Vinculados à primeira classe ficaram 6 linhas de plantas; na segunda classe ficaram 11 linhas e, na terceira, 2 fileiras de plantas. A estas classes foi associada a quantidade média de maçãs, por planta, contada aos 85 dias de idade das plantas. Com os dados relativos aos níveis de infestação do “mosquito” e do “bicudo”, mais a quantidade de maçãs, foram elaboradas a Figura 01 e a Tabela 01. A percentagem de perda, constante da mesma Tabela, foi calculada das maçãs de plantas da primeira classe como referencial de produção máxima.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelo exame à Fig. 1 e à Tabela 1 constata-se que é impossível a definição de um processo de amostragem, relacionando-se a quantidade de “mosquito” incidentes no algodoeiro com a percentagem de redução da cultura infestada.

Observa-se à mesma Figura que, em todas as plantas, quer sejam representantes da primeira classe, em quantidade de “mosquito” sobre o algodoeiro, quer das segunda e terceira classes, já aos 25 dias de idade da cultura eram, relativamente, elevados os níveis de infestação de **G. torresi**. Considerando que o nível de 1,72 “mosquitos” em 2cm² da folha do algodoeiro (Tabela 1) provoca uma perda média de 1,16 maçãs, correspondente a uma redução de 19,83% de algodão em rama, pois, a presença de 2,45 insetos dessa espécie em igual área do limbo foliar poderia causar uma depreciação quantitativa de algodão em rama da ordem de 54,70%, o controle ao “mosquito” do algodoeiro, **G. torresi** deve ocorrer logo em seguida ao desbaste da cultura ou seja, durante os primeiros vinte dias de idade das plantas ou antes, através do tratamento à semente de algodão, no momento do plantio, com um inseticida sistêmico à base de disulfotom ou equivalente.

Constata-se ser o “mosquito”, **G. torresi**, uma praga mais danosa ao algodoeiro do que comumente se admite, pois, preconizado por BRAGA SOBRINHO et alii², quando 50% das plantas abrigassem colônias da praga na face inferior das folhas, deveria cair para 25%, no mínimo, pelo menos nas condições do Sertão Central do Ceará.

A ocorrência do “bicudo”, **Anthonomus grandis**, não obstaculiza o processo de avaliação da influência do “mosquito” no algodoeiro, uma vez que se podem utilizar os dados de contagem das estruturas reprodutivas do algodoeiro, em observância às idades da cultura. As Figura e Tabela citadas mostram que os níveis de infestação do “bicudo”, semelhantes, praticamente, nas três classes de frequência deste inseto no algodoeiro foram computados até aos 86

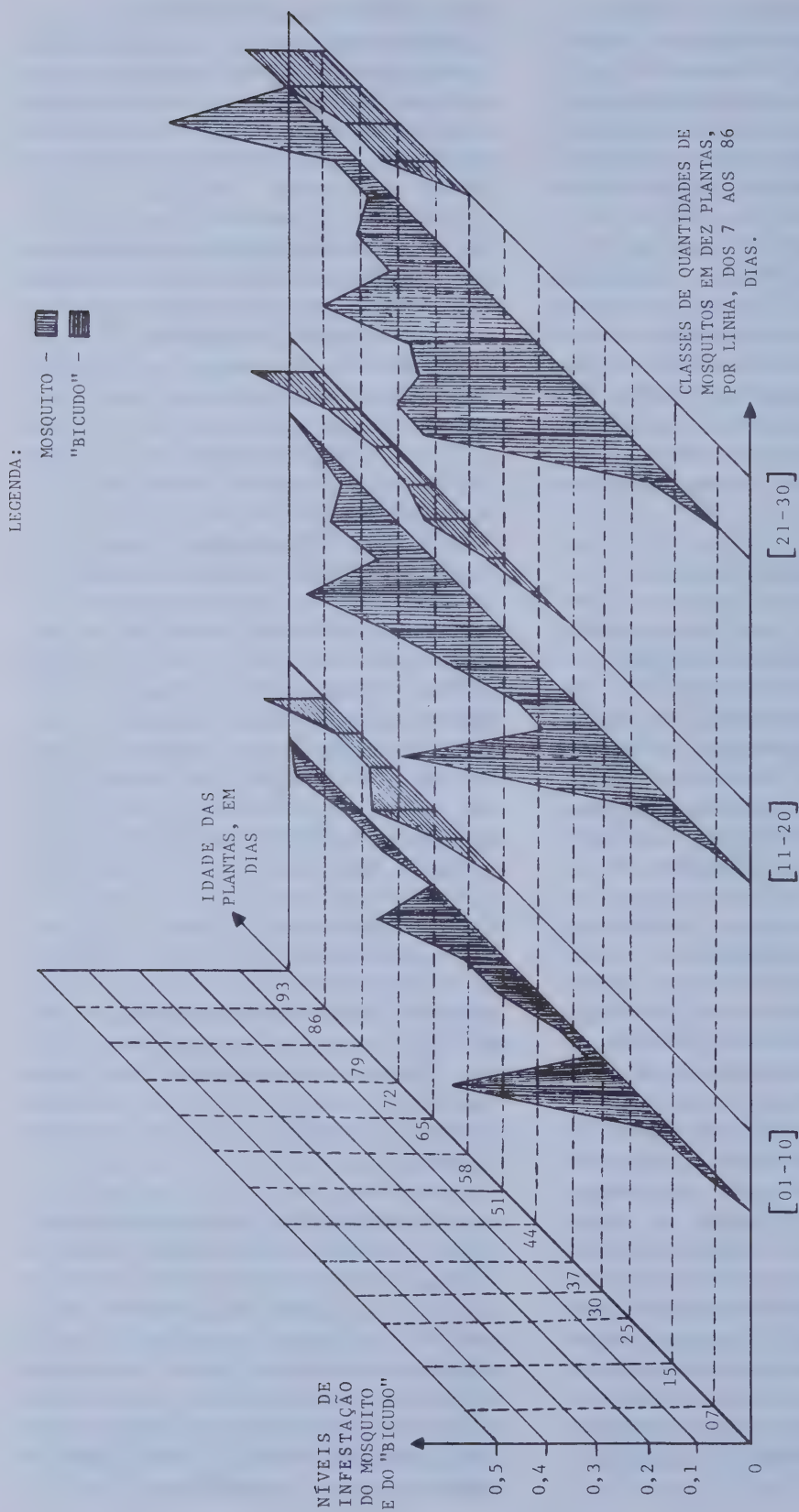


FIGURA 1

Curvas de avanço calculadas pelo modelo algébrico, com fatores de forma variados comparados com dados observados (dados de Ramsey), sulco com comprimento de 100m

TABELA 1 - Quantidade Médias de Espécies de **Gargaphia torresi**, em 2cm² de Folhas do Algodoeiro CNPA-Precoce 1, Entre 7 e 86 Dias Após a Germinação; Quantidades Médias de Maçãs Observadas às Plantas aos 86 Dias; Percentagens de Perdas Relativas Atribuíveis ao "mosquito" e Quantidades Médias de Estruturas Reprodutivas, por Planta, Amostradas com Ataque do "bicudo", Entre 51 e 86 Dias de Vida das Plantas. Quixadá-Ce, 1989.

Classes de infestação do mosquito em 10 (dez) plantas, por linha(*)	Quantidades médias de mosquitos observados (2cm ²)	Quantidades médias de maçãs	Percentagens de perdas	Estruturas reprodutivas atacadas pelo "bicudo"
01 - 10	0,85	5,85	—	0,40
11 - 20	1,72	4,69	19,83	0,44
21 - 30	2,45	2,65	54,70	0,50

(*) Na primeira classe foram observadas 60 plantas; na segunda 110 e 20 na terceira.

dias de vida das plantas e, as maçãs, contadas aos 85 dias, havendo portanto, um dia a mais de influência do referido coleóptero, considerada como margem de segurança.

CONCLUSÕES

Nas condições em que a pesquisa foi desenvolvida conclui-se que:

- Fica comprovada a hipótese, segundo a qual, é impossível a definição de um processo de amostragem, relacionando-se a quantidade de "mosquitos" de **Gargaphia torresi** incidentes no algodoeiro com a porcentagem de redução da produção da cultura;
- O "mosquito" do algodoeiro é uma praga muito importante, portanto, mais nociva ao algodoeiro do que comumente se admita;
- A infestação simultânea do algodoeiro pelo "bicudo", **Anthonomus grandis** e pelo "mosquito" não obstaculiza o processo de avaliação da influência da segunda espécie-praga sobre a cultura;
- O controle do "mosquito" deve ser realizado logo após o desbaste da cultura ou antes, por meio da semente tratada com inseticida de solo, sistêmicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDERSON, CALAYTON & CIA. LTDA. **Maiores lucros na cultura do algodão mocó**. Fortaleza, 1954, 36p. (Mimeografado).
2. BRAGA SOBRINHO, R.; COUTINHO, J.L.B.; SOARES, J.B.; CHAGAS, M.C.M.; PRADO, P.C.N. & SILVA, P.H.S. Defensivos sugeridos para o manejo integrado das pragas do algodoeiro. CNPA/EMBRAPA, **Comunicado Técnico nº. 31**, Capina Grande, 1989, 3p.
3. FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção Vegetal, Capítulo 27 - Agricultura. In: **Anuário Estatístico do Brasil**, Rio de Janeiro, vol. 46, p. 343, 1985.
4. FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção Vegetal, Capítulo 25 - Agricultura. In: **Anuário Estatístico do Brasil**, Rio de Janeiro, Vol. 49, p. 328, 1989.
5. GALLO, D.; KANAKO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B. & VENDRAMIN, J.D. **Manual de Entomologia Agrícola**. São Pau-

- lo, Ed. Agronômica "Ceres", 1988, 649p.
6. MENDES, L.O.T. Observações sobre alguns insetos coletados sobre o algodoeiro durante os anos de 1936 e 1937. Instituto Agronômico de Campinas, São Paulo, **Boletim Técnico** nº. 54, 1938, 15p.
7. MONTE, O. Lista preliminar dos tingitídeos de minas Gerais. **Revista da Sociedade Brasileira de Agronomia**, Rio de Janeiro, 2(1):1-25, 1939.
8. ROCHA, D. Subsídios para o estudo da fauna cearense. **Nordeste Agrícola**, Fortaleza, 1(4):96-99, 1936.
9. SILVA, A.G. **Lista geral dos insetos do Ceará, "conspectus" de entomologia cearense**. Fortaleza, 1970, 90p. (Mimeografado).

CULTIVO DO HÍBRIDO TAMBAQUÍ, *Colossoma macropomum* CUVIER, 1818, COM A PIRAPITINGA, *C. brachypomum* CUVIER, 1818, NA DENSIDADE DE 5.000 PEIXES/HA.

Maria H.P. Pinheiro¹
J. William B. e Silva²
Maria Inês da S. Nobre³e
F. Ari Pinheiro³

RESUMO

Relatam-se os resultados de um cultivo do híbrido tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818, com a pirapitinga, *C. brachypomum* Cuvier, 1818. A pesquisa foi realizada no período de 12 de outubro de 1989 a 10 de maio de 1990, utilizando viveiro natural, com área de 350m² e profundidade média de 1,0m, localizado no Centro de Pesquisas Ictiológicas "Rodolpho von Ihering" (Pentecoste, Ceará, Brasil). Os peixes foram alimentados com ração balanceada elaborada naquele Centro, à base de produtos oriundos da Região. Mensalmente, 20% dos peixes foram amostrados e medido o comprimento total e o peso para determinação de: (a) curvas de crescimento em comprimento e peso; (b) relação peso/comprimento; (c) curva da biomassa; (d) produtividade e produção; (e) taxa de sobrevivência e (f) conversão alimentar. Também foi reajustada a ração fornecida. Os resultados foram satisfatórios, apresentando produtividade de 2086 kg/ha/ano com taxa de sobrevivência de 81%.

PALAVRAS CHAVES: Piscicultura, consórcio, tambaqui, pirapitinga, híbrido de peixes.

SUMMARY

This paper analysed the data about monoculture of hybrid tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818, with pirapitinga, *C. brachypomum* Cuvier, 1818, in order to evaluate their potential in intensive fishculture. All fish were fed a balanced ration. The essay was done from October 1989 to May 1990 in one 350 square meter earthen pond at the Ictiological Center

Rodolpho von Ihering (Pentecoste, Ceará, Brazil). The stocking density was 5,000 fish/ha. Monthly sampling consisted of weighing and measuring 20 percent of the hybrids in the pond for verifying: growth curve for length and weight; weight/length relation and biomass curve. The quantitative analyses were made according SANTOS⁷, being data compared with other studies done separately with tambaqui and pirapitinga and denoted the possibility of the monoculture of tambaqui x pirapitinga hybrid in ponds in the Northeast of Brazil.

KEY WORDS: Tambaqui, pirapitinga, fishculture, hybrid of fishes.

INTRODUÇÃO

A obtenção e criação de híbridos entre espécies e entre gêneros visa a produção de indivíduos rústicos, de bom crescimento e de boa produtividade. É o aproveitamento do chamado vigor híbrido.

Desde 1982, o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS) vem produzindo híbridos de *Colossoma*, através da propagação artificial, usando machos de tambaqui, *C. macropomum* Cuvier, 1818, e fêmeas de pirapitinga, *C. brachypomum* Cuvier, 1818, e vice-versa (CARNEIRO SOBRINHO et alii²; SILVA et alii¹²). Estas espécies, oriundas da Bacia Amazônica, foram introduzidas no Nordeste brasileiro em 1972, pelo DNOCS (LOPES & FONTENELE⁶; SILVA et alii^{9,10,11}; CARNEIRO SOBRINHO op. cit.; SILVA et alii^{12,13}).

BERNARDINO et alii, in CEPTA³, obtiveram híbridos de tambaqui (fêmeas) com

1 Engenharia de Pesca.

2 Departamento de Engenharia de Pesca da UFC, Bolsista do CNPq.

3 Engenheira de Pesca e Engenheiro Agrônomo do DNOCS/Centro de Pesquisas Ictiológicas "Rodolpho von Ihering", Fortaleza.

pacu caranha, **Piaractus mesopotamicus** Holmberg, 1887 (= **Colossoma mitrei** Berg, 1895).

GALVÃO et alii⁵ descrevem cultivos de híbridos de tambaqui x pacu caranha, sendo os mesmos obtidos pelo cruzamento de machos de primeira espécie com fêmeas da segunda e vice-versa. Segundo os autores, o objetivo foi conseguir um peixe com o bom desenvolvimento do tambaqui e a resistência às baixas temperaturas do pacu caranha.

O presente trabalho se propõe a analisar os resultados de um cultivo do híbrido x pirapitinga, sendo o terceiro realizado com este peixe no âmbito do DNOCS. Foi executado no período de 12 de outubro de 1989 a 10 de maio de 1990, no Centro de Pesquisas Ictiológicas "Rodolpho von Ihering" (Pentecoste, Ceará, Brasil), posicionado a 39°10'24" W.Gr. e 03°45'00" de latitude Sul. A temperatura média ambiental é de 26,8°C, com máxima de 34,0°C e mínima de 20,6°C.

Estudou-se o seguinte: (a) crescimento em comprimento e peso e biomassa; (b) ganhos de peso individual e de biomassa; (c) conversão alimentar; (d) sobrevivência e (e) produção e produtividade.

MATERIAL E MÉTODOS

Os peixes utilizados neste cultivo foram obtidos pelo cruzamento do macho do tambaqui com fêmea da pirapitinga. A técnica adotada foi a da propagação artificial, através da hipofisacção e extrusão (SILVA et alii⁹; FONTENELE⁴; LOPES & FONTENELE⁶).

Na pesquisa, um viveiro, escavado no terreno natural e com área inundada de 350m², foi estocado com 175 híbridos, densidade de estocagem de 5.000 peixes/ha. Antes aquele foi esvaziado, limpo, fertilizado com 87,5kg de esterco de bovino e cheio com água até seu nível máximo de repleção.

Na estocagem, o comprimento total médio dos híbridos foi 4,5cm e o peso médio 2,0g, obtidos através de técnicas usualmente adotadas e descritas por SILVA et alii¹². Cada pesagem foi feita com até 50 peixes

e foram medidos 20% dos mesmos.

Os híbridos foram alimentados com dieta balanceada, elaborada no próprio Centro de Pesquisas, utilizando-se produtos oriundos e abundantes da/na Região: milho, **Zea mays** L.; feno de cunhã, **Clitoria ternatea** L.; feno de mandioca, **Manihot** sp; farelo de soja, **Glycine hispida**, e farinhas de carne e de peixe. Sua análise química revelou a seguinte composição: proteína bruta 27,33%; extrato etéreo 4,52%; fibra 9,42%; carboidratos 44,73%, e umidade 16,00%. Os teores de cálcio e fósforo foram de, respectivamente, 3,44% e 1,45%.

No primeiro mês da pesquisa, a ração foi fornecida na base de 10% do peso vivo dos híbridos, por dia; do segundo ao quarto mês, 5% e nos dois últimos meses, 3%. Isto de Segunda-feira a sábado, sendo ofertada em duas refeições diárias.

Realizou-se amostragens mensais de 20% dos híbridos, utilizando-se metodologia de SANTOS⁷, empregada por SILVA et alii⁸. Nelas teve-se comprimento total e peso médios dos peixes. Com base neste último, estimou-se a biomassa dos híbridos no viveiro e calculou-se a quantidade de ração a ser-lhes fornecida no mês seguinte.

A pesquisa durou 7 meses e no final esvaziou-se o viveiro, sendo medidos 20% dos peixes e pesados todos.

Analisou-se o comprimento total e o peso médios, biomassa e ganhos de biomassa e de peso individual, produtividade, sobrevivência, consumo de ração e conversão alimentar.

No cálculo do ganho da biomassa, dividiu-se o acréscimo dela no mês, reajustada para 1 ha, pelo intervalo amostral (dias). O ganho de peso individual, em g/dia, determinou-se pela divisão do ganho de

peso (g) pelos números de indivíduos e de dias entre duas amostragens consecutivas (intervalo amostral).

Na análise quantitativa dos dados da pesquisa utilizou-se metodologicamente e simbologia de SANTOS⁷, usada por SILVA et alii⁸.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Crescimento em comprimento

A Tabela 1 mostra que os híbridos estocados com 4,5cm alcançaram, no final, 27,0cm de comprimento total. SILVA et alii¹² obtiveram, em 7 meses de cultivo, híbrido tambaqui x pirapitinga com 31,8cm. Empregaram a mesma densidade de estocagem, contudo, os peixes foram alimentados com ração balanceada, comercialmente vendida para engorda de galináceas, na taxa de 3% da biomassa/dia.

CARNEIRO SOBRINHO et alii² criaram híbridos tambaqui x pirapitinga na densidade de estocagem de 10.000/ha, sendo os mesmos alimentados com ração balanceada, comercialmente vendida para engorda de galináceas, na base de 3% da biomassa/dia. Aos 7 meses do cultivo, os peixes mediram, 26,4cm de comprimento total. Esses resultados mostram que o uso de rações comerciais, elaboradas com maior número de ingredientes, acarretou maior crescimento dos híbridos. Também, que o aumento na densidade de estocagem destes provocou diminuição no crescimento.

Empregando-se a metodologia e simbologia de SANTOS⁷, para os dados de comprimento total (Tabela 1), determinou-se a seguinte equação da reta de regressão (Figura 1) : $L(T + \Delta T) = 4,2 + 0,94L(T)$, em que $L(T)$ = comprimento total no tempo T e $L(T + \Delta T)$ = comprimento total no intervalo de tempo ΔT . Este foi, praticamente, constante (ΔT mais ou menos igual a 1 mês).

O crescimento em comprimento dos peixes se faz de acordo com a expressão de VON BERTALANFFY¹, que é a seguinte:

$L(T) = L_{\infty} [1 - e^{-k(T + T_0)}]$, em que L_{∞} = comprimento máximo assintótico; t_0 = idade média dos peixes na estocagem; e = base de logaritmo neperiano; $L(T)$ = comprimento médio dos peixes no tempo T e K = constante, estando relacionada com o crescimento dos peixes. Com esta expressão, determinou-se que $L_{\infty} = 70,0$ cm; $k = 0,06$ e $t_0 = 1,016$. Deste modo, a expressão da curva de crescimento dos híbridos é a seguinte: $L(T) = 70,0 [1 - e^{-0,06(T + 1,06)}]$, apresentada na Figura 2.

Relação peso/comprimento

Os dados de peso e comprimento médios obtidos nas diversas amostragens são vistos na Tabela 1. A relação entre estes parâmetros foi determinada segundo metodologia de SANTOS⁷, a qual indica que $W(T) = \theta \cdot L(T)^3$, em que $W(T)$ = peso médio dos peixes no tempo T ; θ = constante, também chamada fator de condição, estando relacionada com o teor de gordura dos peixes; θ = constante; e $L(T)$ = comprimento total médio dos peixes em T . Com esta expressão, obteve-se: $\theta = 0,053$ e $\theta = 2,61$. Deste modo, a expressão da relação peso/comprimento, para o híbrido tambaqui x pirapitinga no presente cultivo, é $W(T) = 0,053L(T)^{2,61}$, representada na Figura 3, com os pontos observados.

Crescimento em peso e ganho de peso individual

A Tabela 1 mostra que os híbridos foram estocados com peso médio de 2,0g, alcançando, no final, 300,0g. Nos dois primeiros meses os peixes apresentaram crescimento reduzido, em relação ao período seguinte. Isto atribuiu-se a grande proliferação de pirichiu, *Hydrotrix gardneri* (Hook), no viveiro. Esta vegetação, que foi removida no final do segundo mês do cultivo, competiu com os peixes, roubando nutrientes, oxigênio dissolvido e espaço. SILVA et alii¹⁰ obtiveram, aos 7 meses de cultivo e na mesma densidade de estocagem da presente pesquisa, tambaqui com 812g e pirapitinga com 679g, ambos, peso médio. Contudo, usaram ração balanceada, comercialmente vendida para engorda de galináceas. SILVA et alii¹², nas mesmas condições, obtiveram híbrido tambaqui x pirapitinga pesando, em média, 537g. Isto mostra que as rações comerciais oferecem bons resultados para cultivos do híbrido e das espécies progenitoras do mesmo, ao contrário da ração aqui testada.

A expressão da curva de crescimento em peso, obtida das expressões das curvas de crescimento em comprimento e da relação peso/comprimento, segundo SANTOS⁷, é $W(T) = W [1 - e^{-k(T + t_0)}]$, em que $W(T)$ = peso médio dos peixes no tem-

TABELA 1 - Resultados Obtidos no Presente Cultivo do Híbrido de Tambaqui, **Colossoma macropomum** Cuvier, 1818, x Pirapitinga, **Colossoma brachypomum** Cuvier, 1818.

Tempo de cultivo (meses)	Intervalo amostral (dias)	Dias de arraçamento	N(T)	L(T)	(cm)	W(T)	(g)
				Observed	Calculated	Observed	Calculated
0	—	—	175	4,5	4,1	2,0	2,1
1	31	26	175	8,0	8,0	12,5	12,0
2	30	25	175	12,3	11,6	23,0	31,7
3	29	23	175	16,4	15,0	70,0	62,1
4	33	28	175	19,1	18,2	129,4	102,9
5	28	23	175	23,0	21,2	261,6	153,6
6	31	27	175	25,5	24,1	272,8	213,3
7	28	24	142	27,0	26,7	300,0	280,9

N(T) = Número de indivíduos no tempo T.

L(T) = Comprimento médio do tempo T.

W(T) = Peso médio no tempo T.

TABELA 2 - Biomassa e Ganhos de Biomassa e de Peso Individual do Híbrido de Tambaqui, **Colossoma macropomum** Cuvier, 1818, x Pirapitinga, **Colossoma brachypomum** Cuvier, 1818.

Tempo de Cultivo (meses)	Biomassa (kg/viveiro)		Biomassa kg/ha	Ganho de biomassa (kg/ha/mês)	Ganho de peso individual (g/dia)
	Observada	Calculada			
0	0,35	0,37	10,00	—	—
1	2,20	2,09	62,50	52,7	0,3
2	4,03	5,55	115,00	54,0	0,4
3	12,25	10,86	350,00	234,9	1,6
4	22,65	18,01	645,80	297,0	1,8
5	45,78	26,88	1308,00	663,6	4,7
6	47,74	37,33	1364,00	55,8	0,4
7	42,60	49,16	1217,00	—	-1,0

TABELA 3 - Consumo de Ração e Conversão Alimentar Referente ao Cultivo do Híbrido de Tambaqui *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818, x Pirapitinga, *Colossoma brachypomum* Cuvier, 1818.

Tempos de cultivo (meses)	Consumo de ração (kg)		Conversão alimentar
	Mensal	Acumulado	
0	—	—	—
1	0,91	0,91	0,5:1
2	2,76	3,67	1,0:1
3	4,63	8,29	0,7:1
4	17,15	25,44	1,1:1
5	26,00	51,44	0,4:1
6	37,07	88,51	1,9:1
7	37,34	122,90	2,9:1

po T ; W_{00} = peso máximo assintótico; e = base do logarítmo neperiano; k = constante, relacionada com o crescimento dos peixes; t_0 = idade média dos peixes na estocagem; e θ = constante.

Seguindo-se SANTOS⁷, determinou-se que $W_{00} = 3.467,2g$, pois $W_{00} = \theta L_{00}$. A expressão da curva de crescimento em peso é a seguinte: $W(T) = 3.467,2 [1 - e^{-0,06(T+1,016)}]^{2,61}$, representada na Figura 4.

A Tabela 2 mostra que o ganho de peso individual variou bastante. O máximo foi de 4,7g/dia (quinto mês) e o mínimo -1,0g/dia (sétimo mês). Este valor negativo deveu-se a morte de alguns peixes. Em média, o ganho de peso individual foi de 1,2g/dia. SILVA et alii¹⁰ obtiveram ganhos de peso individual de 2,3g/dia para o tambaqui e a pirapitinga, nas condições antes referidas, e SILVA et alii¹² relatam ganho de peso individual de 2,2g/dia, alcançado na criação do híbrido tambaqui x pirapitinga, antes relatada.

Biomassa e ganho de biomassa

Vê-se, na Tabela 2, que a biomassa inicial foi de 0,35kg/viveiro (10kg/ha). No final, mostrou 42,6kg/viveiro (1.217kg/ha). O maior ganho de biomassa ocorreu no quinto mês (663,6kg/ha) e o menor no primeiro (52,7kg/ha). Ele foi crescente até o quinto mês, caindo no sexto. No último mês não houve ganho de biomassa, em virtude da mortalidade dos híbridos. Em média, obteve-se 226,3kg/ha.

Segundo SANTOS⁷, a expressão da curva de biomassa é a seguinte: $B(T) = W_{00} \cdot R \cdot e^{-mt} [1 - e^{-k(T + t_0)}]$, em que $B(T)$ = biomassa no tempo T ; R = número de indivíduos estocados no viveiro e m = coeficiente de mortalidade. Os demais parâmetros foram citados e definidos anteriormente.

Para o presente cultivo, obteve-se a seguinte expressão matemática para a curva de biomassa: $B(T) = 606,76 [1 - e^{-0,06(T + 1,016)}]^{2,61}$.

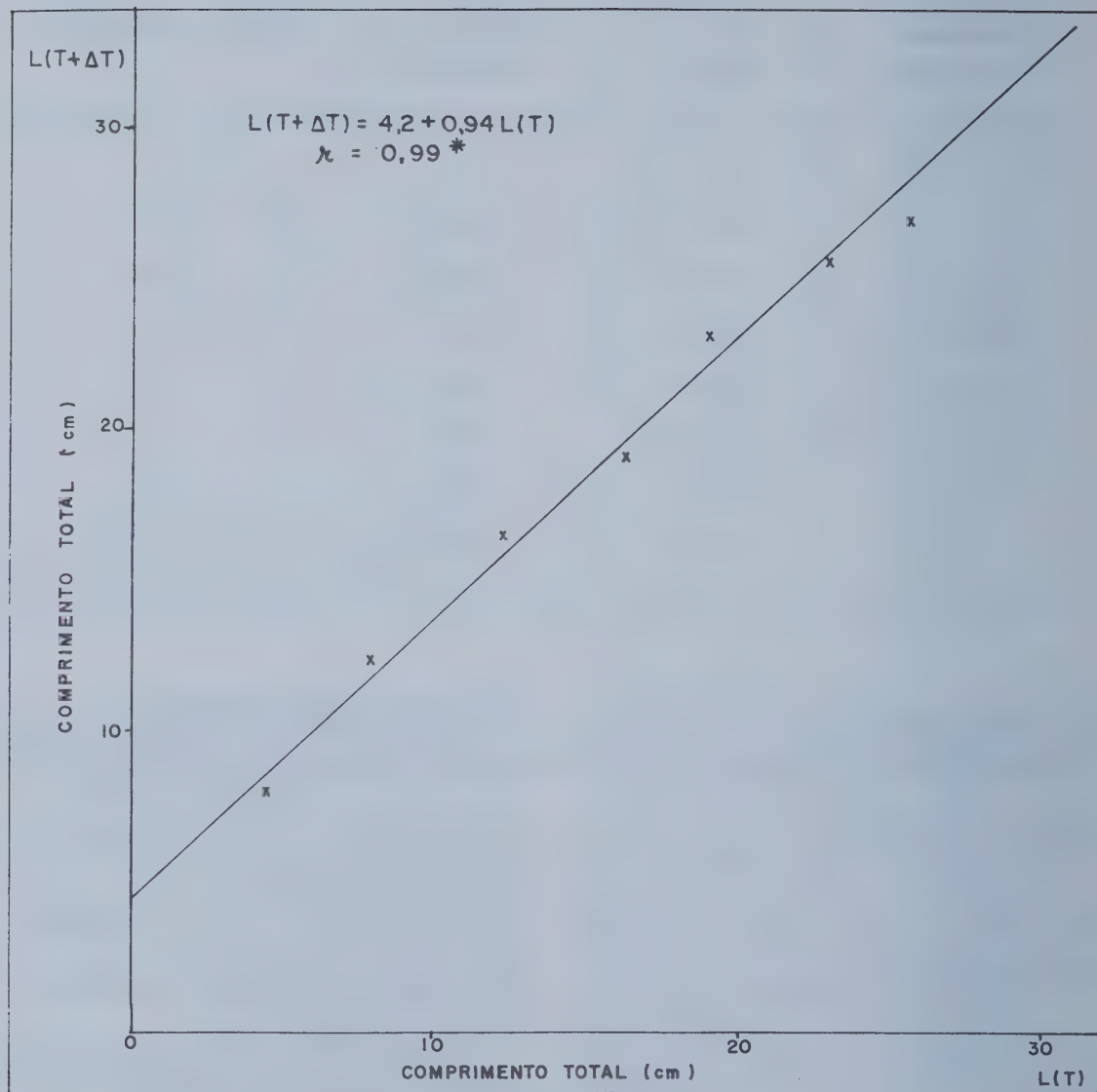


FIGURA 1

Transformação FORD-WALFORD (WALFORD¹⁴) da curva de crescimento, obtida no cultivo do híbrido tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818, com a pirapitinga, *C. brachypomum* Cuvier, 1818.

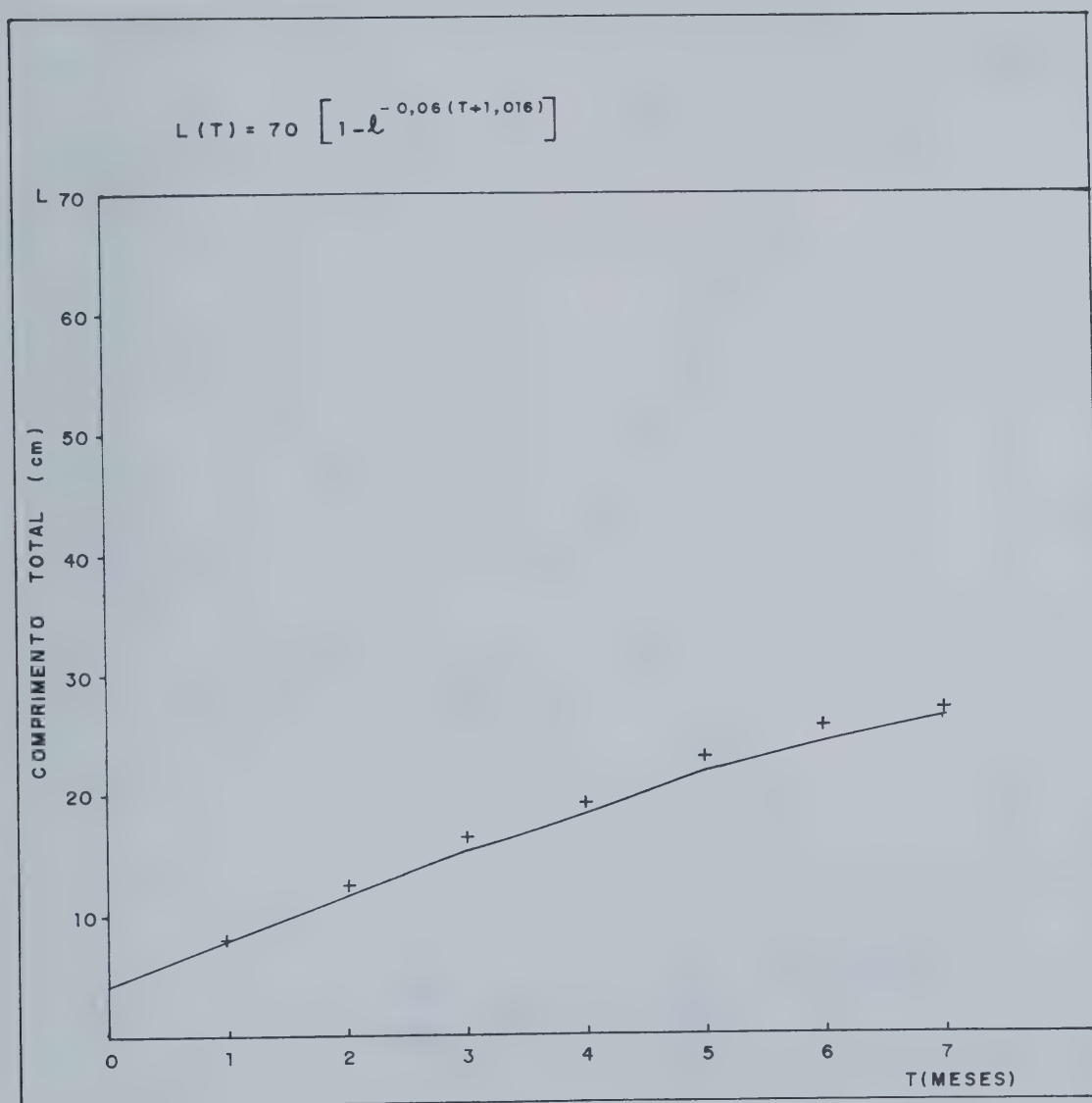


FIGURA 2

Curva de crescimento em comprimento, obtida no cultivo do híbrido tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818, com a pirapitinga, *C. brachypomum* Cuvier, 1818.

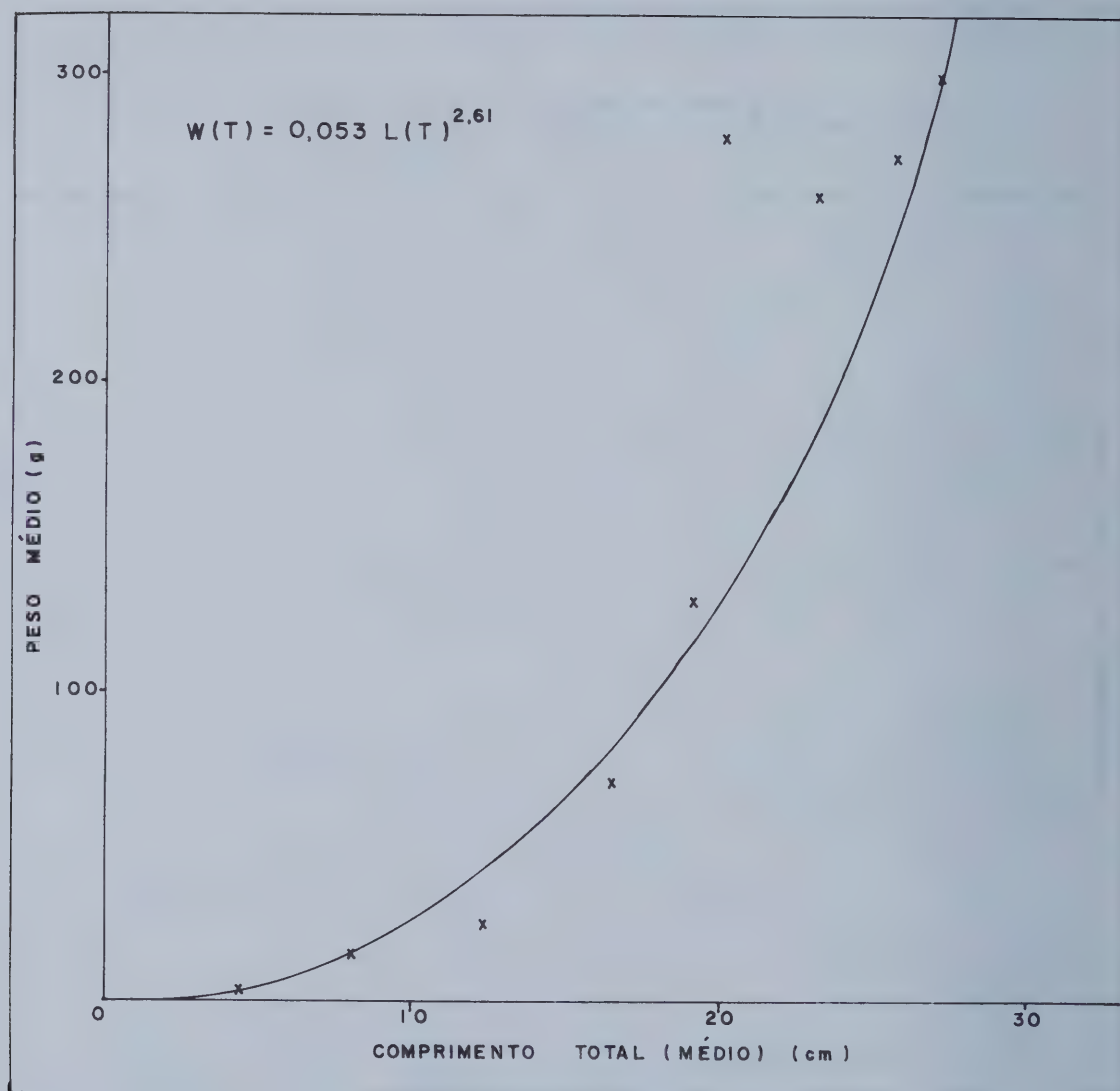


FIGURA 3

Relação peso/comprimento obtida no cultivo do híbrido tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuver, 1818, com a piratinga, *C. brachypomum* Cuvier, 1818.

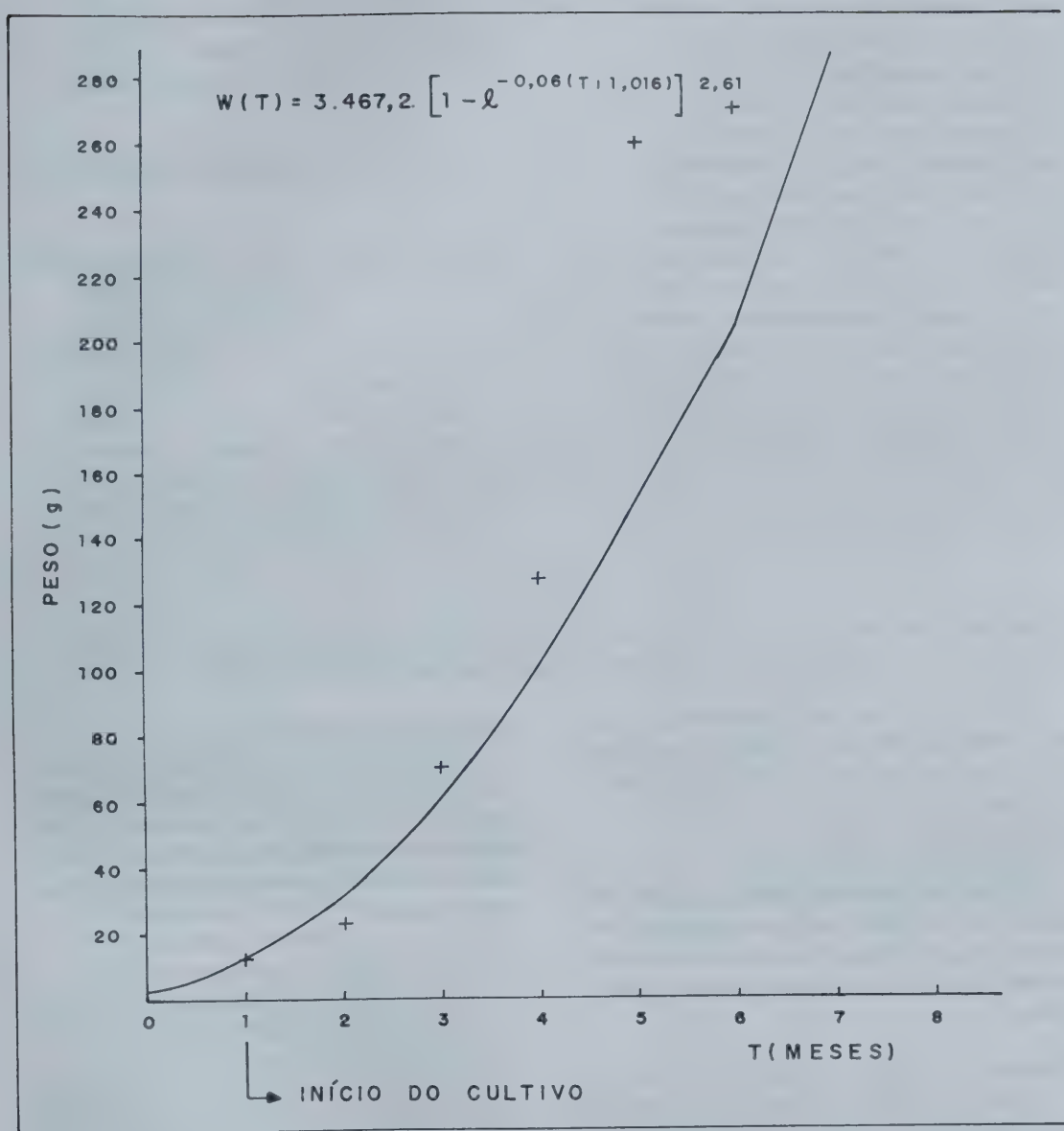


FIGURA 4

Curva de crescimento em peso, obtida no cultivo do híbrido tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818, com a pirapitinga, *L. brachypomum* Cuvier, 1818.

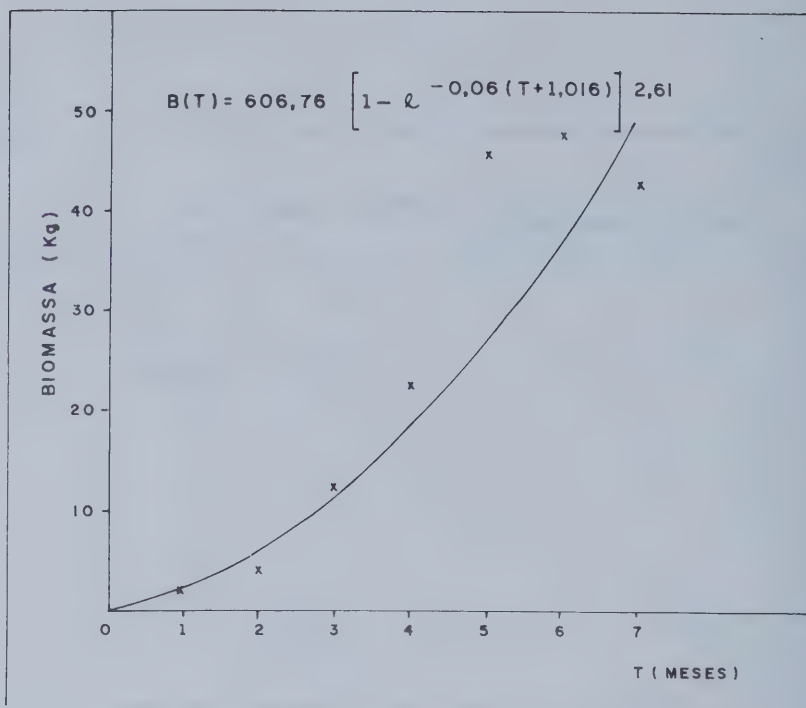


FIGURA 5

Curva de biomassa, obtida no cultivo do híbrido tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818, com a pirapitinga, *C. brachypomum* Cuvier, 1818.

Sua representação gráfica encontra-se na Figura 5, com os pontos observados. Em virtude da pequena mortalidade, considerou-se $m = 0$.

Taxas de sobrevivência

A taxa de sobrevivência, no final do cultivo, foi de 81,1%, um pouco abaixo ao obtido por SILVA et alii¹² com 90,8%, obtida na criação do híbrido tambaqui x pirapitinga.

Consumo de ração e conversão alimentar

Vê-se, na Tabela 3, que o consumo de ração montou em 122,90kg. A conversão alimentar no final alcançou 2,9:1, com média de 1,2:1. Os valores abaixo de 1:1, obtidos no primeiro e quinto meses, deveriam-se ao aproveitamento dos alimentos naturais pelos peixes. SILVA et alii¹⁰ referem-se à conversão alimentar de 2,3:1, para tambaqui e pirapitinga, criados nas condições antes referidas. SILVA et alii¹² obtiveram conversão alimentar de 2,3:1, no cultivo do híbrido tambaqui x pirapitinga.

Produção e produtividade

A produção do híbrido tambaqui x pirapitinga alcançou 42,60kg/viveiro, equivalentes a 1.217,00kg/ha. Isto confere uma produtividade de 2.086kg/ha/ano. SILVA et alii¹² obtiveram 4.350kg/ha/ano, no cultivo do referido híbrido.

CONCLUSÕES

A análise dos dados obtidos nesta pesquisa sugere:

- Os dados de crescimento em comprimento e peso, ganhos de peso individual e de biomassa e produtividade, os resultados foram inferiores aos alcançados para tambaqui, pirapitinga e o híbrido destas espécies, todos criados em idênticas condições, porém alimentados com ração balanceada, comercialmente vendida para engorda de galináceos;
- Os dados sugerem a viabilidade do cultivo do híbrido, havendo, contudo, necessidade de se usar melhor ração e evitar-se a proliferação de

macrófitas aquáticas em excesso, mormente o pirrichui, *Hydrotrix gardneri* (Hook); e

- O tempo de cultivo deve ser superior a 7 meses, a fim de que os peixes alcancem peso comercial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BERTALANFFY, L. VON. **A quantitative theory of organic growth.** *Him. Bio.*, 10(2):181-213, 1938.
2. CARNEIRO SOBRINHO, A.; MELO, F.R.; SILVA, J.W.B.; NOBRE, M.I. DA S. Resultados de um ensaio sobre o cultivo do híbrido tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818, com a pirapitinga, *C. brachypomum* Cuvier, 1818. **B. Téc. DNOCS**, Fortaleza, 46(1/2):23-35, jan./dez. 1988.
3. CEPTA. Síntese dos trabalhos realizados com espécies do gênero *Colossoma*. Pirassununga, CEPTA, 38p., s.d.
4. FONTENELE, O. Métodos de hipofisacção de peixes adotado pelo DNOCS. Fortaleza, **DNOCS**, IL., 1981, 38p.
5. GALVÃO, I.A.; NASCIMENTO, M DE L. Performance dos híbridos tambaqui (*Colossoma macropomum* - macho x *Colossoma mitrei* - fêmea) e paqui (*Colossoma mitrei* - macho x *Colossoma macropomum* - fêmea) em comparação com seus progenitores. In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, 6. Teresina, 1986. **Anais...**, Teresina, 1986. No prelo.
6. LOPES, J.P.; FONTENELE, O. Produção de alevinos de tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818, para peixamento de açudes e estocagem de viveiros, no Nordeste brasileiro. Fortaleza, **DNOCS**, IL., 1982, 22p.
7. SANTOS, E.P. DOS. Dinâmica de populações aplicada à pesca e à piscicultura. São Paulo, **Ed. da Universidade de São Paulo**, il., 1978. 129p.
8. SILVA, A.B. et alii. Análise quantitativa de um segundo ensaio preliminar sobre a criação intensiva de pirapitinga, *Colossoma bidens* Spix. In: Simposium Brasileiro de Aquicultura, 1. Rio de Janeiro, 1980. **Anais...** Rio de Janeiro; 285, 1980.
9. SILVA, A.B. DA et alii. Desova induzida de tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818, com o uso de hipófises de Cirumatã comum, *Prochilodus cearensis* Steindachner. Fortaleza, **DNOCS**, 1978, 13p.
10. SILVA, A.B. DA et alii. Mono e policultivo intensivo do tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818, e da pirapitinga, *Colossoma brachypomum* Cuvier, 1818, com o híbrido macho das tilápias, *Sarotherodon niloticus* (fêmeas) Linnaeus e *Sarotherodon hornorum* (machos) Trewavas. In: **Simposium de la Asociación Latina-América de Acuicultura**, 2. México, D.F., 1978, **Anais...** México, D.F., 1978, 17p.
11. SILVA, A.B. DA et alii. Testes preliminares em viveiros com tambaqui, *Colossoma bidens*. Recife, **SUDENE**, 1974, 7p.
12. SILVA, J.W.B.E.; CAMINHA, M.I. DE O.; NOBRE, M.I. DA S.; BARROS FILHO, F.M. Resultados de um ensaio sobre o cultivar do híbrido tambaqui, *Colossoma macropomum* Cuvier, 1818, com a pirapitinga, *C. brachypomum* Cuvier, 1818, realizado no Centro de Pesquisa Ictiológicas "Rodolpho von Ihering" (Pentecoste, Ceará, Brasil). **Ciênc. Agron.**, Fortaleza, 17(2):7-18, DEZ. 1986.
13. SILVA, J.W.B.E.; GURGEL, J.J.S. Situações do cultivo de *Colossoma* no âmbito do Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS). In: **Cultivo de Colossoma**, **SUDENE/COLCIÊNCIAS/CIID-Canadá**, Bogotá, Colômbia; 229-259., 1989.
14. WALFORD, L.A. **A new graphic method of describing the growth of animals.** *Biol. Bull.*, 90(2):141-147, 1946.

ABSORÇÃO E UTILIZAÇÃO DE NITROGÊNIO EM PLANTA DE SORGO CULTIVADO EM SOLUÇÃO NUTRITIVA.

Vera Lúcia B. Fernandes¹
Luiz Alfredo P. Nunes²
Maurício M. Filho²
Valdemar L. de Sousa² e
Mário B. Fernandes³

RESUMO

Foi conduzido um experimento no Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará, sob condições de casa de vegetação, com o objetivo de estudar o comportamento do sorgo, cultivar EA 116, quanto à absorção e utilização do nitrogênio. As plantas foram cultivadas até aos 45 dias de idade em solução nutritiva, continuamente arejada e não renovada, que recebeu os seguintes tratamentos: 30, 60, 120 e 240 mgN/l de solução. Inicialmente, o pH da solução nutritiva foi ajustado em $5,0 \pm 0,2$ e as suas variações durante o crescimento das plantas foram registradas em dias alternados. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições. As doses de nitrogênio com 120 mg/l de solução permitiram um maior crescimento das plantas medido pela altura da planta, diâmetro do colmo e peso de matéria seca da parte aérea e das raízes. A eficiência de absorção e de utilização do nitrogênio pelas plantas caíram à medida que os níveis de nitrogênio aumentaram.

PALAVRAS-CHAVE: Nitrogênio em plantas, solução nutritiva, eficiência de N, absorção de N, utilização de N, Sorghum bicolor.

SUMMARY

An experiment was carried out under greenhouse conditions, at the Soil Science Department of Federal University of Ceará, in order to study nitrogen uptake and utilization by sorghum plants (cultivar EA 116).

The plants were continuously grown in solution for 45 days, without solution replenishment, with the following treatments: 30, 60, 120 and 240 mgN/l. Initially the solution pH was adjusted for $5,0 \pm 0,2$ and its variations were recorded throughout the plant growth period. The statistical design consisted of entirely randomized blocks with four replications. Concentrations of 120 mgN per liter of solution resulted in the best plant growth performance as measured by plant height, stem diameter and dry matter weights of both aerial parts and roots. The both plant nitrogen uptake and utilization efficiencies decreased with increasing nitrogen concentration of the growth solution.

KEY WORDS: Plant nitrogen, mineral growth solution, nitrogen efficiency, nitrogen uptake, nitrogen utilization, sorghum bicolor.

INTRODUÇÃO

A cultura do sorgo, disseminada em todo o país, tem uma importância relevante para a nossa agropecuária. Representa um grande potencial na produção de alimentos para o gado e o homem podendo, ainda, ser utilizada para a produção de energia, além de apresentar-se como uma alternativa viável em regiões adversas como aquelas caracterizadas pela aridez ou ainda em áreas prejudicadas quer pelo excesso de acidez quer pela elevada salinidade. Nessas condições a cultura do milho é mais sensível, podendo ser substituída pelo cultivo do sorgo como fonte energética para os animais, uma vez que possui composição química semelhante à do milho embora o seu valor nutritivo seja inferior.

O Nordeste brasileiro apresenta condi-

1 Professora do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará.

2 Engenheiro Agrônomo, aluno do Curso de Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas da Universidade Federal do Ceará.

3 Professor da Escola Superior de Agricultura de Mogoró.

ções favoráveis à cultura pois o sorgo resiste às baixas e irregulares precipitações pluviométricas que ocorrem nessa região. Associe-se ainda a possibilidade da obtenção de duas colheitas num único plantio, bem como, a sua exploração após os cultivos anuais tradicionais. Entretanto, com todo esse potencial, a produção dessa cultura ainda é reduzida necessitando-se de esforço no sentido de difundí-la e incetivá-la, sobretudo, através do incremento em sua produtividade, que depende, dentre outros fatores, da nutrição mineral, na qual está inserido o elemento nitrogênio. Com relação a esse nutriente, a sua disponibilidade é importante, já que afeta diretamente a sua absorção e utilização pelas plantas, processos estes, responsáveis pelo melhor desenvolvimento da cultura (FURLANI et alii³).

Em relação a cultura do milho, o processo de utilização do nitrogênio pelas plantas, revelou-se ser fator mais significativo que o processo de absorção, no crescimento diferencial das linhagens (FURLANI et alii⁴).

MARANVILLE et alii⁶ avaliaram doze híbridos de sorgo quanto à produção de matéria seca total por unidade de nitrogênio absorvido e detectaram uma diferença de 20% entre o melhor e pior híbrido.

França (1983), citado por FURLANI et alii⁴, cultivando o sorgo em solução nutritiva, verificou diferença entre genótipos de sorgo na produção de matéria seca, na absorção, na distribuição e na utilização do nitrogênio em diferentes idades da planta.

Embora poucos estudos tenham sido desenvolvidos com sorgo nesse sentido, existem evidências de que ocorrem diferenças genéticas na absorção e utilização do nitrogênio pela planta.

Este trabalho tem por objetivo avaliar o comportamento de um cultivar de sorgo no que concerne à absorção e utilização do nitrogênio em condições de solução nutritiva.

MATERIAL E MÉTODO

O ensaio foi conduzido em casa de vegetação, no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará. Utiliza-

ram-se vasos de 6 litros, revestidos com plástico preto. As tampas foram confeccionadas em isopor, revestidas com plástico preto e perfuradas (um furo central e quatro furos laterais). O furo central recebeu o tubo de aeração e em cada furo lateral foi introduzida uma plântula sustentada e protegida por uma tira de esponja ao redor do caulículo.

As sementes de sorgo do cultivar EA 116 foram germinadas em rolos de papel germiteste. As plântulas, com cinco dias de idade, foram transplantadas para um vaso coletivo onde receberam solução nutritiva semi-concentrada (em relação a menor dose de nitrogênio) por um período de 08 dias. Em seguida foram transferidas para os vasos contendo solução nutritiva com a seguinte composição (mg/l): Ca-200; K-200; Mg-40; P-8; Mn-0,5; Cu-0,018; Zn-0,047; Mo-0,01; B-0,5; Fe-5,0. O nitrogênio foi aplicado nos níveis de 30, 60, 120 e 240mg de N/l de solução, na proporção $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+ = 4/1$. Esses nutrientes foram adicionados na forma dos seguintes sais: CaCl_2 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, K_2SO_4 , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, KH_2PO_4 , H_3BO_3 , $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, Fe-EDTA. A solução nutritiva teve, inicialmente, seu pH ajustado para $5,0 \pm 0,2$ e suas variações durante o cultivo foram registradas em dias alternados. A solução foi continuamente arejada durante o decorrer do experimento, não sendo renovada, e o volume dos vasos completado diariamente com água destilada. As médias das temperaturas máximas e mínimas ocorridas na casa de vegetação durante o período de ensaio variaram entre 30 a 38°C.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições, totalizando 16 vasos, com quatro plantas/vaso.

As plantas foram colhidas aos 45 dias de idade o que equivaleu a 32 dias em solução nutritiva contendo os tratamentos. As plantas colhidas foram separadas em parte aérea e raízes e determinados os seguintes parâmetros: altura da planta, diâmetro do colmo, peso seco da parte aérea

e das raízes, relação parte aérea/raízes, teor e conteúdo de nitrogênio na parte aérea e nas raízes, eficiência de absorção e relação de eficiência (produção de matéria seca total por unidade de nitrogênio absorvido). O material vegetal foi seco em estufa a 40°C, pesado, moído e submetido à análise química do nitrogênio segundo o método Kjeldahl.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Altura da Planta e Diâmetro do Colmo

Os dados de crescimento de planta de sorgo, medidos através da altura da planta, diâmetro do colmo, peso seco da parte aérea e das raízes e relação parte aérea/raízes do peso seco encontram-se na Tabela 1. Analisando-se esses dados verifica-se que o aumento nos níveis de nitrogênio teve efeito positivo sobre a altura da planta e o diâmetro do colmo até o nível de 120mgN/l de solução, ocorrendo uma redução de 26% e 4%, respectivamente, quando a quantidade de nitrogênio foi duplicada. Essas variações podem ser explicadas por meio de equações do 2o. grau (Tabela 2). De acordo com a função estimada, o nível de 120mg/l de solução confere uma maior altura da planta e um maior diâmetro de colmo. É de interesse que as plantas mais altas tenham colmos de maior diâmetro para se tornarem mais resistentes ao acamamento.

Peso de Matéria Seca da Parte Aérea e das Raízes

Observou-se os efeitos dos níveis crescentes de nitrogênio sobre a produção da matéria seca das plantas (Tabela 1), verifica-se que o comportamento é semelhante àquele observado em relação a altura da planta e ao diâmetro do colmo. A produção da matéria seca, tanto da parte aérea como das raízes, cresceu em proporção semelhantes, até a dose de 120mgN/l de solução, ocorrendo uma redução de 16% e 15% no peso da matéria seca da parte aérea e das raízes, respectivamente, quando esse nível foi duplicado. Apreciando-se esses dados, observa-se que toda a planta

foi igualmente afetada pelo nível mais elevado de nitrogênio. Como um quarto do nitrogênio é oferecido à planta sob a forma amoniacal, provavelmente, o excesso de íons NH_4^+ tenha reduzido o crescimento das raízes, o que se refletiu num menor crescimento da parte aérea. Segundo FURLANI⁵, os íons NH_4^+ fazem baixar o pH da solução porque são trocados por íons H^+ pelas raízes das plantas e são absorvidos preferencialmente a outros cátions. As plantas submetidas ao nível de 240mgN/l de solução estiveram durante metade do seu período de crescimento sob valores de pH variando entre 4,1 a 3,3 (Figura 1). Esses baixos valores de pH podem ter afetado a absorção de nutrientes pelas plantas. No caso específico do nitrogênio, a eficiência da sua absorção no nível mais elevado de nitrogênio foi apenas 38% (Tabela 3).

O nível de nitrogênio que permite a maior produção que permite a maior produção de matéria seca da parte aérea, segundo a função estimada, é 142 mgN/l de solução e, das raízes, é 148 mgN/l de solução (Tabela 2). Esses valores também produziram plantas mais altas e de colmos de maior diâmetro. As variações relativas no peso da matéria seca da parte aérea e das raízes foram semelhantes, o que ocasionou a constância na relação parte aérea/raízes do peso da matéria seca, conforme os dados da Tabela 1.

Os incrementos no crescimento, medidos pela altura da planta, diâmetro do colmo e peso de matéria seca da parte aérea e das raízes decresceram à medida que os níveis de nitrogênio aumentaram, atingindo valor negativo para o nível mais elevado. Os maiores incrementos ocorreram com 60 mgN/l de solução (Tabela 1). Nesse nível, o pH da solução nutritiva esteve, durante todo o período de crescimento das plantas, dentro da faixa ótima (Figura 1), o que pode explicar esses resultados.

Foi observada uma maior variabilidade no peso da matéria seca das raízes ($CV = 22,96\%$) e um baixo coeficiente de determinação ($R^2 = 0,29$) para a função estimada. As dificuldades na coleta do sistema radicular podem explicar essas variações.

TABELA 1 - Altura da Planta (cm), Diâmetro do Colmo (cm) e Peso de Matéria Seca da Parte Aérea e das Raízes de Plantas de Sorgo (g), Cultivar EA 116, Crescidas em Solução Nutritiva com Níveis Crescentes de Nitrogênio, até aos 45 Dias de Idade.

Níveis de N (mg/l)	Altura da Planta cm %		Diâmetro do Corte cm %		Peso de Matéria Seca				
					Parte aérea g/4pl %		Raízes g/4pl %		Relação Parte Aérea/Raízes
30	45,92	100,0	0,96	100,0	18,75	100,0	5,48	100,0	3,42
60	51,66	112,5	1,10	114,6	24,49	130,6	7,22	131,8	3,57
120	53,78	104,1	1,24	112,7	27,60	112,7	8,10	112,2	3,46
240	39,82	74,0	1,19	96,0	23,28	84,0	6,91	85,0	3,42

TABELA 2 - Equação de Regressão das Variáveis Analisadas em Plantas de Sorgo, Cultivar EA 116, Crescidas em Solução Nutritiva com Níveis Crescentes de Nitrogênio, até aos 45 Dias de Idade.

Variáveis analisadas	Equação de regressão	C.V.	R ²	Estimativa da dose máxima (mgN/l)
Altura da planta(cm)	$Y = 40,16 + 0,24x - 1.10^{-3}x^2$	11,95	0,53**	120
Diâmetro do colmo(cm)	$Y = 0,81 + 6.10^{-3}x - 2.10^{-5}x^2$	9,42	0,56*	150
Peso seco da parte aérea(g)	$Y = 13,91 + 0,2x - 7.10^{-4}x^2$	15,65	0,46*	142
Peso seco da raiz(g)	$Y = 4,07 + 59.10^{-3}x - 2.10^{-4}x^2$	22,96	0,29*	148
Teor de N na parte aérea(%)	$Y = 0,385 + 0,93.10^{-4}x$	20,65	0,84*	—
Teor de N nas raízes(%)	$Y = 0,39 + 4.10^{-3}x$	8,54	0,98*	—

Obs: Y = variável analisada; X= níveis de nitrogênio; C.V. = coeficiente de variação e R² = coeficiente de determinação; * = significativo ao nível de 5%; ** = significativo ao nível de 1%.

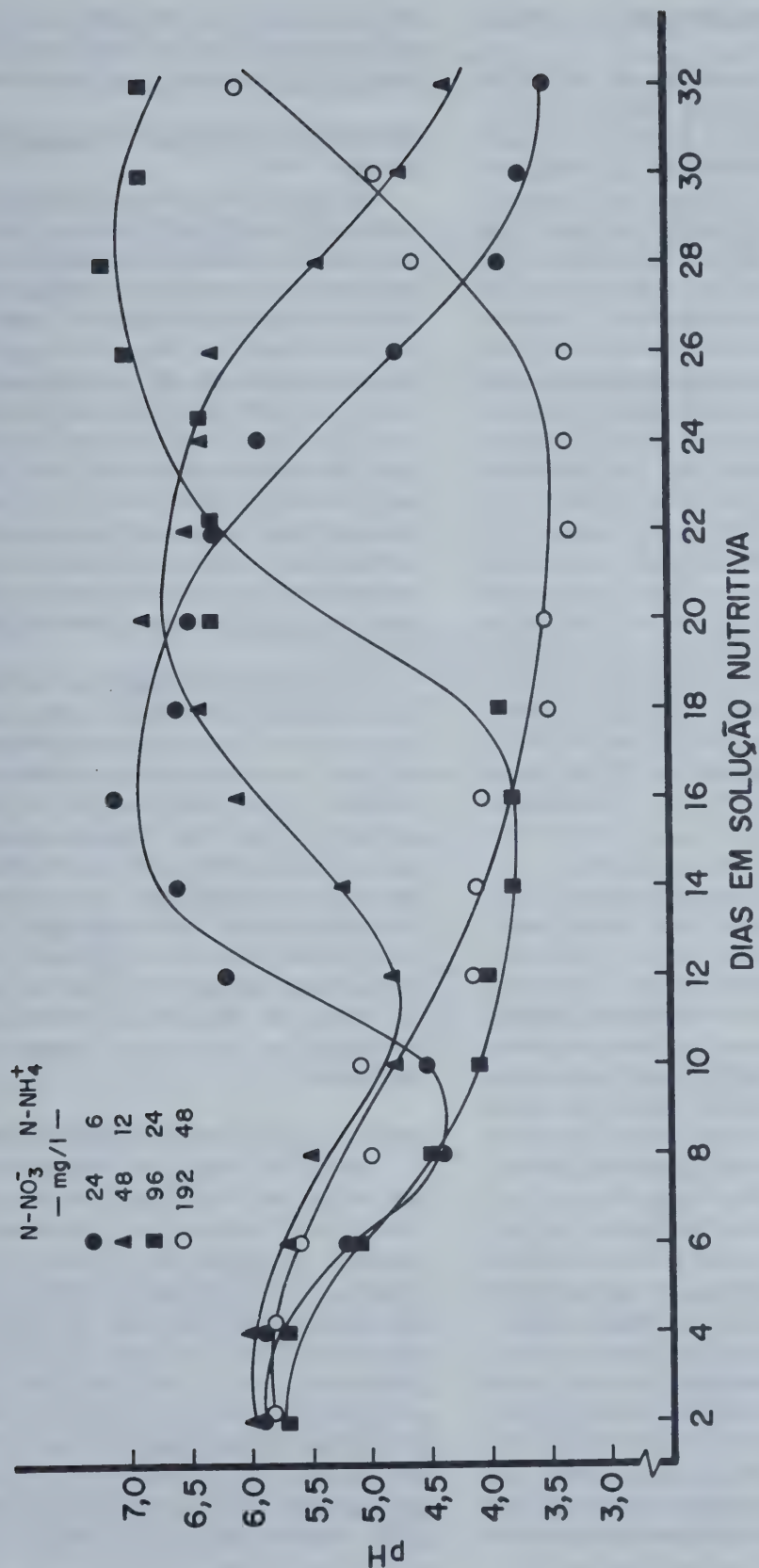


FIGURA 1

Variação do pH na Solução Nutritiva Durante o Crescimento de Planta de Sorgo, CV. EA 116 em Função dos Níveis de N. (Médias de Quatro Repetições)

Teor e Conteúdo de Nitrogênio na Matéria Seca

As variações nos teores de nitrogênio na matéria seca da parte aérea e das raízes foram diretamente proporcionais aos níveis de nitrogênio (Tabela 3). Esse comportamento é explicado por uma função linear, com coeficiente de determinação elevado (Tabela 2). Os teores de nitrogênio foram maiores na parte aérea do que nas raízes em todos os tratamentos. Os maiores incrementos experimentados pela parte aérea ocorreram com a adição de 120 mgN/l de solução, nível também responsável pelos maiores índices de crescimento (Tabela 1), sendo isto o reflexo de uma boa nutrição nitrogenada. Com relação às raízes, esses acréscimos foram maiores com o nível de nitrogênio de 240 mgN/l de solução não havendo correspondência com a parte aérea. É provável que nesse nível tenha ocorrido um maior acúmulo de nitrogênio nas raízes como consequência de uma menor translocação deste para a parte aérea, provocada pelos teores elevados de N-NH_4 absorvidos. Segundo Martin (1970), citado por MENGEL & KIRKBY⁷, o transporte do nitrogênio pelo xilema ocorre sob as formas de N-NO_3 ou de aminoácidos.

Essa maior concentração de nitrogênio nas raízes não refletiu num maior crescimento da planta, conforme se verifica analisando-se os dados da Tabela 1. Os incrementos nos teores de nitrogênio da matéria seca da parte aérea e das raízes explicam as variações na relação parte aérea/raízes referente ao teor de N, crescendo até o nível de 120 mgN/l de solução, para decrescer na dose seguinte, quando ocorreu um maior acúmulo de nitrogênio nas raízes.

Comparando-se as variações nos teores e conteúdos de nitrogênio na matéria seca (Tabela 3), observa-se que os acréscimos relativos seguiram a mesma tendência. A relação parte aérea/raízes referente ao conteúdo de nitrogênio não variou muito até o nível de 120 mgN/l de solução. Entretanto, o nível de 240 mgN/l de solução houve um decréscimo de 15,6% em relação ao nível imediatamente inferior (120 mgN/l de solução). Isso pode ser justificado em ra-

ção do conteúdo do nitrogênio nas raízes que receberam o nível mais elevado ter crescido 3,2 vezes mais que na parte aérea.

Eficiência de Absorção e Relação de Eficiência

Os dados da Tabela 4 mostram um comportamento decrescente para a eficiência de absorção e relação de eficiência à medida que as quantidades de nitrogênio disponíveis às plantas aumentaram, assim sendo, a eficiência de absorção atingiu 86% quando foi oferecido 30 mgN/l de solução e caiu para 38% (2,2 vezes menos) quando o nível de nitrogênio subiu para 240 mgN/l de solução. Nos níveis de 60 a 120 mgN/l de solução, a eficiência de absorção foi semelhante. É possível que a queda observada esteja associada à saturação dos carregadores já que a absorção do nitrogênio é ativa, conforme descrevem MENGEL & KIRKBY⁷.

A eficiência de utilização do nitrogênio pelas plantas, caiu em 2,8 vezes quando se compara os valores obtidos entre o nível mais baixo e o nível mais elevado de nitrogênio. Essa queda ocorreu em todos os níveis e de forma mais acentuada do que aquela ocorrida com a eficiência de adsorção, especialmente, nos últimos níveis de nitrogênio. Isto mostra que grande parte do nitrogênio não foi utilizado. Esses dados estão de acordo com as variações nos teores de nitrogênio na matéria seca da parte aérea e das raízes, apresentadas na Tabela 1.

Variação no pH das Soluções Nutritivas

Na Figura 1 estão registrados os valores médios de pH medidos durante o crescimento das plantas com a finalidade de avaliar a capacidade do sistema radicular de variar o pH da solução nutritiva. Observou-se que o pH decresceu até atingir um mínimo, num período de variou entre dez a quinze dias, para os três primeiros níveis, e só aos 22 dias para o último nível de nitrogênio. O valor desse mínimo e o tempo em que ocorreu dependeram da concentração de N-NH_4 e de N-NO_3 na solução nutritiva, sendo tanto menor e mais

TABELA 3 - Teor e Conteúdo de Nitrogênio na Matéria Seca de Plantas, de Sorgo, Cultivar EA 116, Crescidas em Solução Nutritiva com Níveis Crescentes de Nitrogênio, até aos 45 Dias de Idade (média das quatro repetições).

Níveis do N mg/l	Teor de N					Conteúdo de N				
	Parte	Aérea	Raízes		Relação Parte Aérea/Raízes	Parte	Aérea	Raízes		Relação Parte Aérea/Raízes
	mg/l	%	g	%		g	%	g	%	
30	0,68	100,0	0,54	100,0	1,26	0,126	100,0	0,029	100,0	4,30
60	0,86	126,5	0,62	114,8	1,34	0,201	159,5	0,043	148,2	4,70
120	1,36	158,1	0,98	158,1	1,39	0,398	198,0	0,088	104,7	4,50
240	1,97	144,9	1,68	171,4	1,16	0,436	109,5	0,115	130,7	3,80

TABELA 4 - Eficiência de Absorção e Relação de Eficiência de Plantas de Sorgo, Cultivar EA 116, Crescidas em Solução Nutritiva com Níveis Crescentes de Nitrogênio, até aos 45 Dias de Idade (média das quatro repetições).

Níveis de N mg/l	Eficiência de Absorção* %	Relação de Eficiência mg M.S./mg N
30	86	156
60	68	130
120	68	73
240	38	55

(*)
$$\frac{\text{N matéria seca}}{\text{N tratamento}} \times 100$$

demorado quanto mais elevada era a concentração do pH. A seguir, houve uma elevação do pH, bastante acentuada, atingindo o valor $7,0 \pm 0,2$ por um intervalo de 2 dias, quando ocorreu um novo decréscimo. O tempo necessário para alcançar esse máximo foi inversamente proporcional ao nível de nitrogênio. No nível de 240 mgN/l de solução o tempo não foi suficiente para atingi-lo pois a elevação do pH só teve início às vésperas da colheita. Nesse nível

mais elevado o pH manteve-se inferior a 4,5 durante a maior parte do período de crescimento das plantas. Isso pode explicar as quedas observadas nos índices de crescimento das plantas e na eficiência de absorção e utilização do nitrogênio (Tabelas 1 e 4).

Os autores são unânimes em afirmar que esta queda inicial do pH é consequência da presença de N-NH_4^+ na solução nutritiva, devido à absorção preferen-

cial desses íons que são trocados por H^+ . Com o seu esgotamento, as plantas passam a absorver o $N-NO_3$ e o pH sobe, pois a troca iônica, nesse caso, é por OH^- ou HCO_3^- (BERNARDO et alii¹, CLARK²). FURLANI et alii³ afirmam que, no final, quando se esgota o $N-NO_3$ da solução, ocorre nova redução do pH em função da mudança no equilíbrio da absorção, passando a predominar a absorção de outros cátions.

CONCLUSÕES

O crescimento de plantas de sorgo, cultivar EA 116, em solução nutritiva com diferentes níveis de nitrogênio, por um período de 45 dias, permitiu as seguintes conclusões:

- . Os níveis de nitrogênio da ordem de 120 mg/l de solução foram responsáveis pelo maior crescimento das plantas medido em termo de altura da planta, diâmetro do colmo e peso de matéria seca da parte aérea e das raízes;
- . O nível de 240 mgN/l de solução prejudicou o crescimento das plantas, mantendo os valores de pH da solução nutritiva muito baixos durante todo o período do ensaio;
- . A eficiência de absorção e de utilização do nitrogênio pelas plantas caíram à medida que os níveis de nitrogênio aumentaram, sendo esta mais prejudicada do que aquela.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. BERNARDO, L.M.; CLARK, R.B. & MARANVILLE, J.W. Effect of nitrate/ammonium ratios of sorghum. **Agron. Abstracts**, 1982, p. 92.
02. CLARK, R.B. Nutrient solution growth of sorghum and corn in mineral nutrition studies. **J. Plant Nutr.** New York, 5:1039-1057. 1982.
03. FURLANI, A.M.C.; BATAGLIA, O.C. & AZZINI, L.E. Comportamento diferencial de linhagens de arroz na absorção e utilização de nitrogênio em solução nutritiva. **R. bras. Ci. Solo**, 10:51-59, 1986.
04. FURLANI, A.M.C.; BATAGLIA, O.C. & LIMA, M. Diferenças entre linhagens de milho cultivares em solução nutritiva quanto à absorção e utilização de nitrogênio. **Bragantia**, Campinas, 44(2):599-618, 1985.
05. FURLANI, A.M.C. & FURLANI, P.R. Composição de pH de solução nutritivas para estudos fisiológicos e seleção de plantas em condições nutricionais adversas. **B. Téc. Inst. Agron.**, Campinas, 121, 1988.
06. MARANVILLE, J.W.; CLARK, R.B. & ROSS, W.M. Nitrogen efficiency in grain sorghum. **J. of Nutrition**, 2(5):577-589, 1980.
07. MENGEL, K. & E.A. KIRKBY. **Principles of Plant Nutrition**. Internacional Potash Institute. Berna. 3a. ed. 1982; p. 351-359.

DANOS OCASIONADOS POR UM POTYVIRUS EM *Clitoria ternatea* L. E SUA TRANSMISSIBILIDADE POR FERRAMENTAS DE CORTE

M.I. Florindo¹ e
J. Albersio A. Lima²

RESUMO

Testes de casa de vegetação revelaram ser um potyvirus isolado de cunhã, *Clitoria ternatea* L., transmitido por ferramentas utilizadas no corte de plantas doentes seguido do corte de plantas sadias. Plantas de cunhã sistemicamente infetadas pelo vírus apresentaram redução nos seguintes parâmetros avaliados: altura, peso verde, peso feno e matéria seca, quando comparados com plantas sadias cultivadas nas mesmas condições. Dependendo do experimento e época de avaliação, as diferenças observadas apresentaram as seguintes variações: **Altura** 214,3 - 40,2%; **peso verde** 10,6 - 39,2%; **peso feno** 18,28 - 45,7% e **matéria seca** 5,31 - 18,55%. Por outro lado, o vírus induziu aumentos do teor de proteína, variando de 23,3 - 51,2% nas plantas infetadas quando comparadas às testemunhas. Aumento correspondente não foi observado quando se analisou a quantidade de proteína por planta, devido a grande redução de massa verde, nas plantas infetadas. Estudos sorológicos mostraram ser o vírus relacionado, porém distintos do vírus do mosaico comum do feijoeiro e do vírus do mosaico do caupi "blackeye".

PALAVRAS CHAVES: Potyvirus, transmissibilidade de vírus, danos ocasionados por vírus.

SUMMARY

Green house studies showed that a virus isolated from *Clitoria ternatea* was transmitted by cutting tools used to cut infected plants followed by cutting health *C. ternatea* plants. Plants of *C. ternatea* systemically infected with the virus showed reduction in their height, green weight, hay weight and drought mass, when compared with health plants cultivated at the same conditions. Depending on the experiment and evaluation time, the differences presented the following variations: height 14,3 - 40,2%; green weight 10,6 - 39,2%; hay weight 18,28 - 45,7% and drought mass 5,31 - 18,55%. On the other hand, the virus induced an increase in protein ratio varying from 23,3 to 51,2% in the infected plants when compared with the health ones maintained as control. The increase was not detected when the quantity of protein was analysed by plant, due to the great reduction of the green mass in the infected plants. Serological studies showed that the virus is related to but distinct from bean common mosaic and blackeye cowpea mosaic viruses.

KEY WORDS: Potyvirus, virus transmission, virus effects.

INTRODUÇÃO

Clitoria ternatea L., vulgarmente conhecida por cunhã ou espelua, é uma leguminosa tropical que floresce durante quase todo o ano em regiões tropicais (BRAGA³; CROWDER⁴). Possui boa resistência à seca, mas adapta-se melhor em solos com boa disponibilidade de água.

Com a descoberta da importância da cunhã para pecuária do Nordeste brasileiro, várias pesquisas vêm sendo desenvolvidas pela necessidade de maiores informações sobre seu nível tecnológico, tratos

1. Bolsista do CNPq.

2. Professor do Departamento de Fitotecnia da UFC e Bolsista do CNPq.

culturais e controles sanitários adequados ao seu cultivo, em virtude da escassa literatura pertinente.

Poucos são os casos de doenças registradas em cunhã, sobretudo as causadas por vírus. BOCK et al.² constataram em Quênia, África um vírus que o denominaram de "clitoria yellow vein virus" (CIMV, vírus do amarelecimento das nervuras da clitoria) e o classificaram como Tymovirus com base nas suas características morfológicas, físicas e biológicas. Referido trabalho parece constituir o primeiro relato de vírus nesta leguminosa. Em seguida, SRIVASTAVA et al.¹⁴ constataram a incidência de um outro vírus, na Índia, ocasionando sintomas de mosaico, deformação e redução da lâmina foliar de cunhã.

No presente trabalho, um vírus isolado de plantas de cunhã naturalmente infetadas no Estado do Ceará, foi considerado como membro do grupo potyvirus com base em estudos sorológicos, ao tempo em que se estudou a possibilidade da sua transmissão por ferramentas utilizadas no corte de plantas doentes seguido do corte de plantas sadias e seus efeitos em cunhã. Parte dos resultados desta pesquisa foi apresentada em Congresso e publicada na forma de resumo (LIMA et al.⁹).

MATERIAL E MÉTODOS

Isolamento e Estudos Sorológicos do Vírus

Amostras foliares coletadas de plantas de cunhã exibindo sintomas de mosaico em campo experimental do Campus do Pici, da Universidade Federal do Ceará, foram usadas para inocular plantas jovens de cunhã mantida em casa de vegetação. O inóculo foi preparado através da maceração de folhas com bons sintomas, na presença de solução tampão de fosfato 0,05M, pH 7,5, na proporção de 1:2 (p/v), e filtração, em gaze dupla, do extrato obtido. Ao filtrado foi adicionado pequena quantidade de carborundum e as inoculações foram efetuadas pela fricção das superfícies adaxiais das folhas com pedaços de gazes embebi-

dos com o inóculo.

Folhas de uma planta de cunhã artificialmente inoculada e exibindo mosaico em casa de vegetação, foram usadas para inocular **Chenopodium amaranticolor** Coste & Reyn, hospedeiro de lesões locais do vírus (FLORINDO6). Visando sua purificação biológica, o vírus foi reisolado em cunhã, a partir de uma única lesão em folhas de **C. amaranticolor**.

Estudos sorológicos com extratos de folhas de cunhã infetadas pelo vírus foram realizados mediante teste de dupla difusão em meio de agar, envolvendo anti-soros específicos para os seguintes vírus: "cowpea mosaic virus" (CpMV, vírus do mosaico do caupi); "cowpea severe mosaic virus" (CpSMV, vírus do mosaico severo do caupi); **Cucumovirus**: "cucumber mosaic virus" (CMV, vírus do mosaico do pepino); **Potyvirus**: "bean common mosaic virus" (BCMV, vírus do mosaico comum do feijoeiro), "blackeye cowpea mosaic virus" (BICMV, vírus do mosaico do caupi blackeye), "papaya ringspot virus type-W" (PRSV-W, vírus da mancha anelar do mamoeiro tipo Melancia), "potato virus Y" (PVY, vírus Y da batatinha), "soybean mosaic virus" (SoyMV, vírus do mosaico da soja) e "watermelon mosaic virus-2" (WMV-2, vírus-2 do mosaico da melancia); e **Tymovirus**: "clitoria yellow vein virus" (CYVV, vírus do amarelecimento das nervuras da Clitoria). Os testes com os anti-soros para os potyvirus e o cucumovirus foram realizados em meio contendo 0,85% de agar Noble, 0,5% de dodecilsulfato de sódio (SDS) e 1,0% de NaN₃, enquanto que os testes com os anti-soros para os comovirus e o tymovirus foram efetuados em meio sem o detergente SDS, de acordo com metodologia descrita por LIMA & NELSON¹⁰ e LIMA⁸.

Transmissão do Vírus Através de Ferramentas de Corte

Devido a importância da cunhã como forrageira e a necessidade de repetidos cortes para produção de feno, foi realizado um estudo sobre a transmissibilidade do vírus, envolvendo ferramentas utilizadas no corte. Para tanto 60 plantas foram cultivadas

em condições de casa de vegetação, distribuídas em 10 vasos. As plantas foram cortadas 28 dias após o plantio, com uma faca usada anteriormente no corte de uma única planta infetada pelo vírus. Após o corte, as mesmas foram mantidas para produção de nova parte aérea e observadas com relação ao aparecimento de sintomas.

Avaliação dos Efeitos Causados pelo Vírus

Com o objetivo de verificar os efeitos do vírus na altura, peso verde, peso feno, teor de proteína bruta e matéria seca de plantas de *C. ternatea*, dois experimentos foram conduzidos, em condições de casa de vegetação em épocas distintas. Cada experimento foi constituído por 10 vasos, contendo três plantas cada um. A metade das plantas (15) de cada experimento foi inoculada com o vírus, 13 dias após o plantio, e a outra metade foi mantida como testemunha. Dois cortes foram realizados em cada experimento, ocorrendo o primeiro, 60 dias após a inoculação e o segundo 30 dias após o primeiro.

Após cada corte, foram determinados altura, peso verde, peso feno, percentagem de matéria seca e de proteína, seguindo as normas da AOAC¹. A altura foi determinada através de cinco medidas feitas para cada vaso, usando-se para cada três plantas, cinco galhos colhidos aleatoriamente. As plantas de cada vaso foram cortadas e pesadas para determinação do peso verde e, em seguida, foram levadas para uma estufa de circulação forçada a 65°C, até adquirirem o peso constante (peso feno). Após a determinação do peso feno de cada grupo de três plantas, as plantas inoculadas foram misturadas e retirada uma única amostra para a determinação do teor de proteína e matéria seca. O mesmo foi realizado com as plantas sadias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos testes sorológicos revelaram que o vírus isolado de *C. ternatea*, no Ceará, trata-se de um potyvirus sorologicamente relacionado, porém distinto

do BCMV e do BICMV, e não relacionado com PRSV-W, PVY, SoyMV e WMV-2. Nenhuma reação foi observada entre o vírus e os anti-soros específicos para os Como e Tymovirus usados, evidenciando a ausência de mistura de infecção com referidos vírus. É comum o relacionamento sorológico entre membros do grupo potyvirus e nenhum caso de relacionamento sorológico tem sido observado entre potyvirus e vírus pertencentes a outros grupos (PURCIFULL & BATCHELOR¹³; LIMA et al.^{11,12}).

O vírus mostrou ser transmitido por ferramentas utilizadas no corte. Das 60 plantas cortadas, seis foram infetadas pelo vírus e apresentaram seus sintomas característicos, com a formação de mosaico logo no início da brotação nova, tendo sido a presença do vírus confirmada mediante testes sorológicos com anti-soro para BCMV. Tais plantas apresentaram um mosaico mais intenso, acompanhado de rugosidade, quando comparado com os sintomas apresentados pelas plantas inoculadas mecanicamente. Desta forma, toda precaução deve ser tomada para evitar a inoculação deste vírus em áreas cultivadas com cunhã, visto ser a mesma destinada a fins forrageiros e produção de feno, requerendo, portanto, a necessidade de repetidos cortes durante seu período de cultivo. Assim sendo, o vírus poderia ser disseminado, num curto período de tempo, dentro de uma grande área cultivada. Embora a percentagem de transmissão deste vírus por sementes de cunhã tenha se mostrado baixa (FLORINDO⁶), as mesmas podem desempenhar papel de grande importância na epidemiologia desta virose, uma vez que as sementes infetadas irão constituir fontes primárias de inóculo, aleatoriamente distribuídas dentro de uma cultura, facilitando a sua disseminação secundária por outros meios, inclusive ferramenta de corte.

O potyvirus teve bastante influência sobre o crescimento das plantas inoculadas, as quais mostraram um aspecto de estiolamento caracterizado por caules finos e fracos, quando comparadas com aquelas são inoculadas (testemunha), havendo sua floração ocorrido uma semana depois da flo-

TABELA 1 - Médias relativas aos dados obtidos para altura, peso verde, peso feno, matéria seca e proteína da matéria seca de plantas de **Clitoria ternatea** L., infetadas por um potyvirus e de plantas sadias.

Parâmetros		Experimento		Experimento	
		1º corte	2º corte	1º corte	2º corte
Altura (m)	Pl. c/vírus	1,02	0,78	1,20	0,61
	Pl. sadias	1,22	1,05	1,40	1,02
	Diferenças	0,20*	0,27*	0,20*	0,41*
	% de Redução	16,40	25,70	14,30	40,20
Peso verde (g)/planta	Pl. c/vírus	25,00	11,52	22,60	11,16
	Pl. sadias	32,42	12,90	37,14	16,59
	Diferenças	7,42*	1,46	14,53*	5,43*
	% de Redução	22,80	10,60	39,20	32,70
Peso feno (g)/planta	Pl. c/vírus	6,32	3,04	6,64	2,03
	Pl. sadias	9,79	3,72	11,60	3,74
	Diferenças	3,47*	0,67	4,90*	1,71
	% de Redução	35,44	18,28	42,70	45,70
Matéria seca (%)	Pl. c/vírus	22,40	24,05	25,66	15,58
	Pl. sadias	26,72	27,30	27,10	19,13
	Diferenças	4,32	3,25	1,44	3,55
	% de Redução	16,16	11,90	5,31	18,55
Proteína (%)	Pl. c/vírus	17,60	17,50	18,25	24,80
	Pl. sadias	13,20	14,20	14,05	16,40
	Diferenças	4,40	3,30	4,20	8,20
	% de Aumento	33,30	23,30	29,90	51,20
Proteína (g)/planta	Pl. c/vírus	0,98	0,48	1,05	0,43
	Pl. sadias	1,14	0,50	1,41	0,52
	Diferenças	0,16	0,02	0,36	0,09
	% de Redução	14,00	4,00	25,55	17,30

* - Significativo pelo teste "t", ao nível de 5% de probabilidade.

ração das plantas sadias.

As alturas médias das plantas infetadas pelo vírus apresentaram variações consideráveis nos dois períodos de cada experimento, mostrando-se, no entanto, sempre inferiores às alturas das plantas sadias. Da mesma forma, a produção de massa verde e, conseqüentemente, o rendimento de feno foram grandemente reduzidos pela infecção viral (Tabela 1). As plantas infetadas pelo vírus tenderam a apresentar maior teor de proteína e menor percentual de matéria seca. No entanto, em termos de proteína por planta, as sadias superaram as infetadas pelo vírus (Tabela 1).

As médias dos dados relativos à altura, peso verde, peso feno, matéria seca e teor de proteína na matéria seca das plantas infetadas e das plantas sadias de ambos os experimentos encontram-se na Tabela 1. As diferenças entre os dados obtidos para plantas infetadas e plantas sadias bem como os percentuais de redução ou aumento foram determinados para cada parâmetro e estão, também, relacionadas na Tabela 1. Embora as plantas infetadas hajam apresentado reduções no peso verde e peso feno, quando comparadas com plantas sadias (Tabela 1), somente nos primeiros cortes de ambos os experimentos notaram-se diferenças estatisticamente significativas. As plantas infetadas pelo vírus tenderam a apresentar maior teor de proteína e menor percentual de matéria seca. No entanto, em termos de proteína por planta, as sadias superaram as infetadas. (Tabela 1). O aumento na percentagem de proteína poderá ser resultante da presença do grande número de inclusões formadas pelo potyvirus em estudo (LIMA et al.⁹). Segundo HIBERT & McDONALD⁷; EDWARDSON⁴; LIMA et al.⁸ as inclusões citoplasmáticas induzidas pelos potyvirus nas células hospedeiras são de natureza protéica. Todavia, nada se pode afirmar sobre qualquer benefício deste aumento percentual de proteína para a alimentação animal, principalmente para os monogástricos, dada a inexistência de informações sobre a digestibilidade e valor biológico das proteínas das inclusões. Segundo GOODMAN et al.⁶, uma

infecção do TMV (vírus do mosaico do fumo), quando muito, acarreta um aumento de 30% de proteína solúvel de plantas de fumo, *Nicotiana tabacum* L. Desta forma, torna-se difícil, ou mesmo impossível, emitir opiniões generalizadas sobre a influência das infecções virais sobre o metabolismo das proteínas das plantas infetadas.

CONCLUSÕES

- 1 - O vírus isolado de *C. ternatea* no Ceará é um membro do grupo potyvirus, sorologicamente relacionado ao vírus do mosaico comum do feijoeiro;
- 2 - O vírus é capaz de ocasionar sérias reduções na altura, peso verde, peso feno e matéria seca de plantas de *C. ternatea*;
- 3 - O vírus induz um aumento no teor de proteínas das plantas infetadas, possivelmente, em consequência da grande massa de inclusões de natureza proteica produzida no citoplasma das células. No entanto, em termos de proteína por planta, as plantas sadias superaram as infetadas;
- 4 - As ferramentas de corte funcionam como eficiente forma de disseminação do vírus de plantas doentes para sadias. Desta forma, toda precaução deve ser tomada para evitar a introdução do vírus em campos de cunhã, visto ser a mesma, normalmente, destinada a produção de feno, requerendo repetidos cortes durante seu período de cultivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 01 - ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Official methods of analysis. Lith ed., Washington D.C., 1970. 1015p.
- 02 - BOCK, K.R.; GUTHRIE, E.J. & MEREDITH, G. Clitoria yellow vein virus, a tymovirus from Kenya. *Ann. Appl. Biol.* 85:97-103. 1977.

- 03 - BRAGA, R. **Plantas no Nordeste, Especialmente do Ceará**. Fortaleza, 2a. ed. Imprensa Oficial, 1960. 540p.
- 04 - CROWDER, L.V. **Clitoria ternatea** L. as a forage and cover crop. **Niger Agric. J.** 11:61-65. 1975.
- 05 - EDWARDSON, J.R. Some properties of the potato virus-Y group. Fla. Agric. Exp. Stn. Monogr. Ser. NO. 4, 1974. 398p.
- 06 - FLORINDO, M.I. **Isolamento e caracterização de um potyvirus e avaliação dos danos ocasionados em cunhã, Clitoria ternatea** L. Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 1983. 47p. (Dissertação de Mestrado).
- 07 - GOODMAN, R.N.; KIRALY, Z. & ZAITLIN, M. **The biochemistry physiology of infectious plant disease**. Loudon D. Nostrand Company, INC, 1967. 327p.
- 08 - HIEBERT, E. & McDONALD, J.G. Characterization of some proteins associated with viruses in the potato y group. **Virology**. 56:349-361. 1973.
- 09 - LIMA, J.A.A. Testes sorológicos para identificação de vírus de leguminosas. **Fitopatol. bras.** 4:215-25, 1979.
- 10 - LIMA, J.A.A.; FLORINDO, M.I.; FERNANDES, E.R. Características citológicas e sorológicas, e círculo de hospedeiras de um vírus isolado de **Clitoria ternatea** L. **Fitopatol. bras.** 6:523, 1981.
- 11 - LIMA, J.A.A. & NELSON, M.R. Purificação e identificação sorológica do "cowpea mosaic virus" em **Vigna sinensis** Endl., no Ceará. **Ciênc. Agron.** 3:5-8, 1974.
- 12 - LIMA, J.A.A.; OLIVEIRA, F.M.E.S.; KITAJIMA, E.W.; LIMA, M.G.A. Propriedades biológicas, citológicas e sorológicas de um potyvirus isolado de feijão-de-corda no Ceará. **Fitopatol. bras.** 6:205-16, 1981.
- 13 - LIMA, J.A.A.; PURCIFULL, D.E. & HIEBERT, E. Purification, partial characterization, and serology of blackeye cowpea mosaic virus. **Phytopathology** 69:1252-1258. 1979.
- 14 - PURCIFULL, D.E. & BATCHELOR, D.L. Immunodiffusion tests with sodium dodecyl sulfate (SDS) - treated plant viruses and plant viral inclusions. Univ. Florida Agric. Exp. Stn. Tech. Bull. No. 788, 1977. 39p.
- 15 - SRIVASTAVA, B.N.; SRIVASTAVA, K.M. & SINGH, B.P. Mosaic disease of **Clitoria ternatea** a new record from India. **Indian Phytopathology** 31:248-251. 1978.

LÂMINA ARMazenada Máxima na Determinação da Evapotranspiração Real Através da Equação da Lei da Conservação das Massas. Estudo de Casos: Milho e Algodão

Luís Carlos Uchôa Saunders¹

RESUMO

O trabalho foi baseado no modelo de ROSE & STERN e trata do estudo detalhado da dinâmica da água nas culturas do milho e do algodão cultivados em aluvião eutrófico, durante seu ciclo de desenvolvimento. Na determinação da evapotranspiração real (ETR) a partir da aplicação da lei da conservação das massas, em volume de controle do solo, face às dificuldades de se quantificar com bastante precisão a água aplicada durante as irrigações ou precipitações, optou-se pelo cálculo da lâmina armazenada máxima, que foi definida como: a variação do armazenamento da água do solo na profundidade Z obtida pela diferença entre o armazenamento máximo ocorrido após irrigação ou precipitação e o armazenamento antes da irrigação ou precipitação subsequente. Empregou-se como sensor de umidade duas baterias de tensiômetros instaladas na parte central de cada parcela às profundidades de 15, 45, 75, 105 e 135 cm. O reinício das irrigações acontecia quando o potencial da água do solo atingia - 0,50 atm na profundidade de 15 cm para ambas as culturas.

PALAVRAS-CHAVE: Armazenamento, potencial d'água do solo, evapotranspiração, balanço hídrico.

MAXIMUM DEPTH OF WATER STORED IN THE SOIL USED TO DETERMINE EVAPOTRANSPIRATION BASED ON THE LAW OF MASS CONSERVATION. CASE STUDIES: CORN AND COTTON

SUMMARY

Actual evapotranspiration was determined based on the law of mass conservation for a given volume of soil, using the maximum depth of water stored in the soil, instead of irrigation water applied natural precipitation, due to the difficulties in quantifying both parameters. The maximum depth of water stored in a

depth "Z" of soil is given by the difference between the maximum storage after irrigation or natural precipitation and storage before irrigation or natural precipitation. Soil moisture was monitored by two batteries of tensiometers installed in the middle of the two test plots, at the depths of 15, 45, 75, 105 and 135 cm. For both crops, the plots were irrigated when the soil potential at 15 cm depth reached -0,50 atm.

KEY WORDS: water storage, soil water potential, evapotranspiration, water balance.

INTRODUÇÃO

A aplicação da Equação da Lei da Conservação das Massas em estudo de balanço hídrico para a obtenção da evapotranspiração real das culturas foi concebida a partir do trabalho básico ROSE & STERN¹⁰, que apresenta pormenores sobre a dinâmica de extração de água pelas raízes de uma cultura, e posteriormente seguido por pesquisadores brasileiros, destacando-se os trabalhos de REICHARDT et alii⁹, CASTRO³, SAUNDERS et alii¹⁴, MARCA⁷, SANTOS¹², SÁ¹¹, FERREIRA⁶ entre outros.

A expressão mais comumente empregada em estudos de balanço hídrico apresenta como componente de entrada num volume de controle de solo a precipitação e a irrigação. Estes dois componentes, embora facilmente quantificáveis, apresentam dificuldades na análise da equação do balanço, levando a situações fisicamente esdrúxulas, haja vista que a aplicação ao so-

1 Professor Titular da Universidade Federal do Ceará e Pesquisador do CNPq.

lo da água quantificada através de estruturas hidráulicas e/ou pluviômetros necessariamente não sofrerá um progresso de infiltração uniforme. Ocorrerá evaporação da água antes de se infiltrar no solo; nas depressões o tempo de oportunidade será maior e conseqüentemente maior infiltração e a própria variabilidade espacial das propriedades físico-hídricas do solo implicarão numa desuniformidade do armazenamento d'água para uma profundidade pré-estabelecida. Como os sensores são pontuais, logo há a possibilidade de se obter um armazenamento d'água do solo bem diverso daquele esperado, em função do volume aplicado por irrigação ou precipitação.

Trabalhos desenvolvidos no Vale do Curu (Pentecoste - Ceará) pertencente à microrregião de Uruburetama, foram idealizados por MARCA⁷ com o consórcio feijão-caupi-milho-algodão, SANTOS¹² com a cultura do melo, FERREIRA⁶ com a cultura da melancia e SÁ¹¹ com a cultura da abóbora, os quais encontraram dificuldades na aplicação da equação do balanço hídrico.

Experimento conduzido em Thorsby, Alabama-EUA, durante quatro anos por DOSS et alii⁵ com a cultura do milho, sob regime de irrigação, revelou como taxas de evapotranspiração mínima e máxima os valores 1,8 mm/dia e 5,8 mm/dia, respectivamente.

VAN BAVEL & HARRIS¹⁵, durante dois anos consecutivos em Raleigh, Carolina do Norte - EUA, mediram a evapotranspiração do milho, por meio de lisímetro de percolação, obtendo taxa de evapotranspiração estacional média de 5,65 mm/dia em 1957 e 4,45 mm/dia em 1958.

CASTRO³, em Piracicaba-SP, desenvolveu um trabalho com a cultura do milho, visando determinar a evapotranspiração real através da metodologia do balanço hídrico. Concluiu que o fluxo de evapotranspiração real média do milho é de 4,72 mm/dia.

REICHARDT et alii⁹ desenvolveram estudo da dinâmica da água no solo e encontraram uma evapotranspiração média de 3,4 mm/dia¹, bem abaixo da evapotranspiração potencial que foi de 7 mm/dia¹ na mesma época.

SAUNDERS et alii¹⁴ com a finalidade

de determinar o uso consuntivo da cultura do milho (*Zea mays* L.) sob condições naturais de precipitação, em Quixadá-CE, mediante a utilização do balanço hídrico, encontraram um valor médio de evapotranspiração real da ordem de 5,8 mm/dia.

Trabalhos realizados por BRYAN & BROWN¹, em Arkansas-EUA, determinaram, em condições de campo, a evapotranspiração real do algodão em solos siltosos. A taxa máxima da evapotranspiração real do algodão, foi de 5,84 mm/dia, durante o período de máxima frutificação da planta.

MARIANATO & KAKIDA⁸ determinaram o uso consuntivo do algodão, na Estação Experimental de Gorutuba, norte de Minas, em solo aluvião Franco Eutrófico, usando o evapotranspirômetro de THORNTHWAITE. Os resultados obtidos, em dois anos consecutivos, corresponderam à média diária durante o ciclo de 5,86 mm para o 1o. ano, e 3,60 mm para o 2º ano.

Face ao exposto, neste trabalho pretende-se definir um procedimento de cálculo na equação mais comumente empregada em estudos de balanço hídrico, no qual se introduzirá o termo lâmina armazenada máxima em substituição aos parâmetros irrigação e precipitação, com o intuito de tornar todos os componentes do balanço pontual. Utilizaram-se para o desenvolvimento desta pesquisa as culturas do milho e do algodão cultivadas em parcelas experimentais "in situ".

MATERIAL E MÉTODOS

O balanço hídrico de uma cultura tem seu fundamento na lei da conservação das massas descritas por ROSE & STERN¹⁰ pela equação:

$$\int_{t_2}^{t_1} (P + 1 \pm e \pm qz \pm r) dt = \int_0^z \left(\frac{\partial \theta}{\partial t} = dt dz \right) \quad (1)$$

O primeiro membro desta equação representa o somatório de todas as entradas e saídas de água em um elemento de volume de solo de base unitária (1cm²) e

altura z (cm), num intervalo de tempo $\Delta t(t_1 - t_0)$. O segundo membro representa a variação do armazenamento de água no mesmo elemento de volume e mesmo intervalo de tempo Δt .

Os termos do primeiro membro representam densidade de fluxo $\{LT^{-1}\}$ de precipitação (p), irrigação (i), evapotranspiração (e), percolação ou ascensão capilar (qz) e escoamento superficial (r). O termo θ do segundo membro corresponde ao conteúdo de água em volume.

Integrando a equação (1) com relação ao tempo e a profundidade obtém-se a equação mais usual em estudos de balanço hídrico:

$$P + I \pm ETR \pm Qz \pm R = \pm \Delta A \quad (2)$$

onde P representa a quantidade de água precipitada na superfície do solo, $z = 0$, por unidade de área $\{L\}$. I , a quantidade de água aplicada na forma de irrigação na superfície do solo, $z = 0$, por unidade de área $\{L\}$. ETR indica a quantidade de água perdida pela superfície do solo, $z = 0$, por unidade de área na forma de evapotranspiração $\{L\}$. Qz representa a quantidade de água que passa através do limite inferior do volume de solo, $z = L$, por unidade de área, denominada percolação quando o fluxo é negativo e ascensão capilar quando positivo $\{L\}$. R indica a quantidade de água proveniente do escoamento superficial, por unidade de área, que entra ou abandona a superfície do solo da parcela experimental $\{L\}$. Nas condições que se desenvolveu o presente trabalho este componente foi negligenciado vez que as parcelas foram sistematizadas à nível e endicadas. ΔA representa a variação do armazenamento da água do solo na profundidade de $0-z$ para o intervalo de tempo considerado no balanço $\{L\}$. Este componente poderá ser positivo ou negativo, dependendo da magnitude dos demais parâmetros.

Modificações na Quantificação dos Componentes Precipitação e Irrigação.

Independente da contribuição dos componentes precipitação e irrigação, devem-

se ressaltar algumas limitações na quantificação destes: A chuva ocorrida que é quantificada em pluviógrafos, para análise de balanço hídrico, é considerada como uniformemente distribuída e infiltrada no solo. No entanto, se a capacidade de infiltração for inferior à intensidade de chuva, deverá ocorrer um determinado tempo para que haja infiltração total da chuva e neste período acontecer a evaporação da água da chuva, que não é quantificada no balanço. No caso da irrigação, a lâmina d'água de reposição para as duas parcelas experimentais eram quantificadas com precisão através de um hidrômetro aferido pelo método volumétrico. No entanto, na distribuição de água nas parcelas empregaram-se tubos com saídas (orifícios) correspondentes a cada sulco. Devido às perdas de carga ao longo da tubulação e especialmente a variação nos coeficientes de descarga dos orifícios, tornou-se impossível aplicar-se volumes d'água equalizados nos sulcos. Por outro lado, embora o terreno seja sistematizado, durante sua acomodação, sempre ocorrerá depressões e saliências no mesmo, e isto implicará em mais tempo para a água se infiltrar nas depressões e menos nas saliências.

A partir destas considerações propõe-se que a quantificação da precipitação ou da irrigação seja pontual como acontece com os demais componentes do balanço, obedecendo o seguinte procedimento.

Considerou-se um volume de solo de profundidade $z = 30$ e 60 cm, para as determinações dos componentes do balanço hídrico, das duas culturas.

O termo lâmina armazenada máxima (L_M) é por definição a variação do armazenamento da água do solo na profundidade z obtida pela diferença entre o armazenamento máximo ocorrido após irrigação ou precipitação e o armazenamento antes da irrigação subsequente, e indicada pelo sensor de umidade (tensiômetros) no horário de leitura pré-estabelecido (8:00 AM, diariamente). Assim,

$$L_{Mz} = (\theta_D - \theta_A)_z \cdot z \quad (3)$$

θ_D = Umidade máxima média após irrigação na profundidade z , $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$.

θ_A = Umidade média antes da irrigação subsequente na profundidade z , $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$.

z = Profundidade de solo considerada, mm.

L_{Mz} = Lâmina armazenada máxima, após irrigação na profundidade z , mm.

Do exposto apresenta-se a equação do balanço hídrico que se prestará para análise deste trabalho:

$$L_M \pm Qz \pm ETR = \pm \Delta A$$

Percolação ou Ascensão Capilar - O fluxo ascendente ou descendente da água do solo pode ser quantificado para uma determinada profundidade z através da Equação de DARCY, adaptada por BUCHINCHAN² para condições de fluxo não saturado.

ver original fórmula 4

onde $K(\theta)$ = Condutividade hidráulica do solo em função de θ na profundidade z , $\{L T^{-1}\}$

= Gradientes de potencial total da água do solo na z profundidade z , $\{L^0 T^0\}$

Os valores de $K(\theta)$ podem ser obtidos a partir das equações desenvolvidas por SAUNDERS & BEZERRA¹³ em trabalho realizado no próprio solo onde se desenvolveu esta pesquisa, assim:

$$K(\theta)_{30} = \exp 13,046 (2,837 \theta - 1) \quad (5)$$

$$K(\theta)_{60} = \exp 15,427 (2,654 \theta - 1) \quad (6)$$

onde $K(\theta)_{30}$ e $K(\theta)_{60}$ = Condutividade hidráulica em função da umidade média nas

profundidades de 30 e 60 cm, respectivamente.

O gradiente de potencial total expresso na equação (4) pode ser obtido por aproximação através de variáveis finitas pela expressão abaixo:

ver original fórmula 7

onde L = Potencial total da água do solo (L), na profundidade L , $\{L\}$.

$\Psi_{L+\Delta z}$ = Potencial total da água do solo na profundidade $L + \Delta z$, $\{L\}$

Δz = Coordenada vertical de posição $\{L\}$.

Variação do Armazenamento - A variação do armazenamento da água do solo num intervalo de tempo considerado do balanço, para as profundidades estudadas era obtida pela expressão:

$$\Delta A = (\theta_0 - \theta_1) z \quad (8)$$

onde θ_0 = Umidade média do perfil na profundidade z , no tempo t_0 (antes da aplicação d'água), cm^3/cm^3 .

θ_1 = Umidade média do perfil na profundidade z , no tempo t_1 (antes da aplicação d'água subsequente), $\text{cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$

ΔA = Variação do armazenamento na profundidade z , no intervalo $t_1 - t_0$, $\{L\}$.

Evapotranspiração - O componente evapotranspiração é incógnita da equação do balanço hídrico e, de acordo com o que ficou definido para os demais componentes, se conceitua como evapotranspiração real. Explicitando a equação do balanço, tem-se:

$$ETR = L_M \pm Qz \pm \Delta A \quad (9)$$

A pesquisa foi desenvolvida com as culturas do milho (*Zea mays* L.) e o algodão

(*Gossypium hirsutum* L.), sendo que a área relativa à parcela experimental de cada cultura correspondeu a 100 m² com dimensões de 10m x 10m, suficientes para evitar que os processos da dinâmica da água do solo que ocorrem na parte central da parcela não seja influenciada pelos seus limites.

As parcelas dos experimentos foram sistematizadas a nível, aradas, gradeadas, sulcadas e endicadas. Na cultura do milho, variedade Dentado Composto, o espaçamento foi de 0,90 x 0,20m e na do algodão variedade IAC-17, o espaçamento foi de 0,90 x 0,30m.

O sistema de condução de água para as parcelas dos experimentos consistia de uma motobomba que recalrava água de um canal secundário para as parcelas. Ao longo da tubulação de adução acoplou-se um hidrômetro previamente calibrado, com o intuito de medir-se com precisão a quantidade de água aplicada durante as irrigações. A aplicação de água nas parcelas acontecia através de saídas (orifícios) existentes na última seção de tubulação, onde se garantia uma saída para cada sulco.

O manejo da irrigação para as culturas do milho e do algodão previa o reinício da irrigação sempre que o potencial matricial da água do solo mínimo atingisse valores da ordem de - 0,50 atm, na profundidade de 15cm, de acordo com recomendações de DOREMBUS & PRUITT⁴.

Na parte central de cada parcela instalaram-se duas baterias de tensiômetros com manômetros de mercúrio às profundidades de 15, 45, 75, 105 e 135cm. Diariamente, às 8:00, realizava-se leituras das colunas de mercúrio como o objetivo de definir-se quando e quanto irrigar, bem como determinar a energia da água do solo e, indiretamente, o conteúdo de água.

Para a obtenção do conteúdo de água do solo (θ) a partir dos valores do potencial matricial (ψ_m) fornecido pelas leituras dos manômetros de mercúrio inserido nos tensiômetros utilizaram-se amostras de solo indeformadas. A Tabela 1 apresenta os valores de θ em função de ψ_m para as camadas de 30 e 60cm.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O balanço hídrico idealizado para as culturas milho e algodão apresentado nas Tabelas 2, 3, 4 e 5 se refere ao período compreendido de outubro/81 a fevereiro/82. Com a cultura do milho, trabalhou-se durante 108 dias em 12 intervalos distintos variando de 02 a 18 dias. Já com o algodão o balanço aconteceu em 115 dias com 17 intervalos variando de 03 a 14 dias. A variação nos intervalos do balanço aconteceu em função do manejo específico de cada cultura e também devido a fatores não controláveis (precipitação e defeito no sistema de adução).

As profundidades do elemento de volume de solo para ambas as culturas foram de 0-30 e 0-60cm, face ao controle rigoroso em aplicação de água para satisfazer a depleção acontecida na camada de 0-60cm (profundidade efetiva das raízes). Deve-se ressaltar que o potencial total da água do solo praticamente permaneceu constante nas profundidades de 75, 105 e 135cm durante o acompanhamento do trabalho.

As determinações dos componentes do balanço hídrico foram obtidas a partir de leituras diárias nos tensiômetros com manômetros de mercúrio. As irrigações se processavam imediatamente após a leitura e isto definiu uma situação singular: o processo de redistribuição da água no perfil do solo nas 24 horas após a irrigação no foi avaliada em toda sua plenitude. Daí o fluxo d'água descendente da primeira camada 0-30cm, apresentado nas Tabelas 2 e 3 não ser contemplado durante e logo após a aplicação de água nas parcelas. Diante deste fato e da justificativa apresentada na introdução optou-se pela lâmina armazenada máxima em detrimento da irrigação ou precipitação. Este procedimento vem justificar a preocupação de SANTOS¹² e SÁ¹¹ que, estudando a dinâmica da água nas culturas do melão e da abóbora, respectivamente, eliminaram os componentes precipitação e irrigação e trabalharam com o componente variação do armazenamento obtido após uma irrigação e anteriormente à subsequente.

Nas Figuras 1 e 2 observa-se que a

TABELA 1 - Valores de Umidade ($\text{cm}^3.\text{cm}^3$) para Diferentes Tensões nas Profundidades de 15 e 45cm do Solo Aluvião Eutrófico. Valores Médios de Três Repetições.

Potencial Matricial ($\text{cm H}_2\text{O}$)	Profundidade (cm)	
	0 - 30 (15) (cm)	30 - 60 (45) (cm)
-1	0,378	0,340
-20	0,369	0,333
-40	0,356	0,296
-60	0,341	0,256
-80	0,323	0,218
-100	0,299	0,195
-200	0,241	0,153
-333	0,210	0,135
-500	0,168	0,120
-800	0,134	0,108
-1.000	0,123	0,103
-2.000	0,098	0,093
-5.000	0,080	0,082
-10.000	0,070	0,072
-15.000	0,060	0,048

TABELA 2 - Balanço Hídrico da Cultura do Milho na Profundidade de 0 - 30cm, em mm.

Períodos	Dias	L_M	Qz	ΔA	ETR	ETR/Dias
31/10 - 03/12	4	0,0	1,3	9,6	10,90	2,73
03 - 05/12	2	18,9	0,7	-14,4	5,20	2,60
05 - 11/12	6	8,1	1,4	14,1	23,60	3,93
11 - 22/12	11	36,0	-0,3	21,9	57,60	5,24
22/11 - 03/12	11	53,1	1,3	0,3	54,70	4,97
03 - 13/12	10	57,9	-1,35	6,0	62,55	6,26
13 - 20/12	7	58,5	0,1	-19,8	38,80	5,54
20/12 - 02/01	13	47,1	-4,0	18,9	62,00	4,77
02 - 13/01	11	59,7	-0,65	-3,6	55,45	5,04
13 - 27/01	14	59,4	-0,20	-3,0	56,40	4,02
27/01 - 14/02	18	37,8	0,65	10,5	48,95	2,72
14 - 16/02	2	3,9	0,2	-1,6	2,50	1,25

L_M = Lâmina armazenada máxima

Qz = Percolação (-Qz) ou ascensão capilar (+Qz)

ΔA = Variação de armazenamento

ETR = Evapotranspiração real

TABELA 3 - Balanço Hídrico da Cultura do Algodão na Profundidade de 0-30cm, em mm.

Períodos	Dias	L_M	Q_z	ΔA	ETR	ETR/Dias
31/10 - 03/11	3	-	0,75	5,40	6,15	2,05
03 - 11/11	8	24	0,85	0,90	25,75	3,22
11 - 19/11	8	24,6	-0,65	6,60	30,55	3,82
19 - 23/11	4	31,8	-1,60	-20,40	9,80	2,45
23/11 - 02/12	9	18,9	-4,05	13,50	28,35	3,15
02 - 16/12	14	31,5	-0,75	19,20	49,95	3,57
16 - 20/12	4	24,3	0,10	10,60	13,80	3,45
20/12 - 02/01	13	38,7	-7,25	21,30	52,75	4,06
02 - 12/01	10	51,9	-0,50	2,70	54,10	5,41
12 - 18/01	6	29,1	0,00	7,20	36,30	6,05
18 - 26/01	8	58,2	-1,25	-32,70	24,25	3,03
26 - 30/01	4	-	-	-	-	-
30/01 - 09/02	10	-	-0,10	50,1	50,00	5,00
11/02 - 18/02	7	-	-2,15	33,0	30,85	4,40

L_M = Lâmina armazenada máxima
 Q_z = Percolação ($-Q_z$) ou ascensão capilar ($+Q_z$)
 ΔA = Variação de armazenamento
ETR = Evapotranspiração real

TABELA 4 - Balanço Hídrico da Cultura do Milho na Profundidade de 0-60cm, em mm.

Períodos	Dias	L_M	Q_z	ΔA	ETR	ETR/Dias
31/10 - 03/11	3	0,0	-1,3	9,9	8,6	2,87
03 - 05/11	2	35,0	-2,2	-27,3	6,5	3,25
05 - 11/11	6	6,0	-3,0	30,3	33,3	5,55
11 - 22/11	11	49,5	-4,0	27,9	73,4	6,67
22/11 - 03/12	11	80,1	-7,1	0,30	73,3	6,66
03 - 13/12	16	87,9	-7,1	7,20	88,0	8,80
13 - 20/12	7	85,2	-4,7	-25,5	55,0	7,86
20/12 - 02/01	13	44,7	-3,0	26,4	68,1	5,24
02 - 13/01	11	84,9	-5,3	-4,20	75,1	6,83
13 - 27/01	14	88,8	-4,7	0,90	85,0	6,07
27/01 - 14/02	18	36,6	0,0	17,7	54,3	3,02
14 - 16/02	2	1,8	0,0	0,60	2,4	1,20

L_M = Lâmina armazenada máxima após irrigação
 Q_z = Percolação ($-Q_z$) ou ascensão capilar ($+Q_z$)
 ΔA = Variação de armazenamento
ETR = Evapotranspiração real

TABELA 5 - Balanço Hídrico da Cultura do Algodão na Profundidade de 0-60cm, em mm.

Períodos	Dias	L_M	Qz	ΔA	ETR	ETR/Dias
31/10 - 03/11	3	-	-0,75	10,80	10,05	3,35
03 - 11/11	8	40,8	-9,15	-1,50	30,15	3,77
11 - 19/11	8	27,3	-1,80	11,30	36,80	4,60
19 - 23/11	4	46,1	-1,90	-25,50	18,70	4,68
24/11 - 02/12	8	21,0	-3,90	15,60	32,70	4,09
02 - 16/12	14	35,7	-4,15	24,30	55,85	3,99
16 - 20/12	4	34,4	0,00	-18,30	16,08	4,02
20/12 - 02/01	13	38,7	-5,70	19,80	52,80	4,06
02 - 12/01	10	52,2	-1,80	9,90	60,30	6,03
12 - 18/01	6	25,5	0,00	19,50	45,00	7,50
18 - 26/01	8	94,2	-4,05	-42,30	47,85	5,98
26 - 30/01	-	-	-	-	-	-
30/01 - 09/02	10	-	0,00	61,80	61,80	6,18
09 - 11/02	2	-	-	-	-	-
11 - 18/02	7	-	0,00	31,50	31,50	4,50
18 - 20/02	2	-	-	-	-	-
20 - 24/02	4	-	0,00	10,50	10,50	2,63

L_M = Lâmina armazenada máxima após irrigação

Qz = Percolação (-Qz) ou ascensão capilar (+Qz)

ΔA = Variação de armazenamento

ETR = Evapotranspiração real

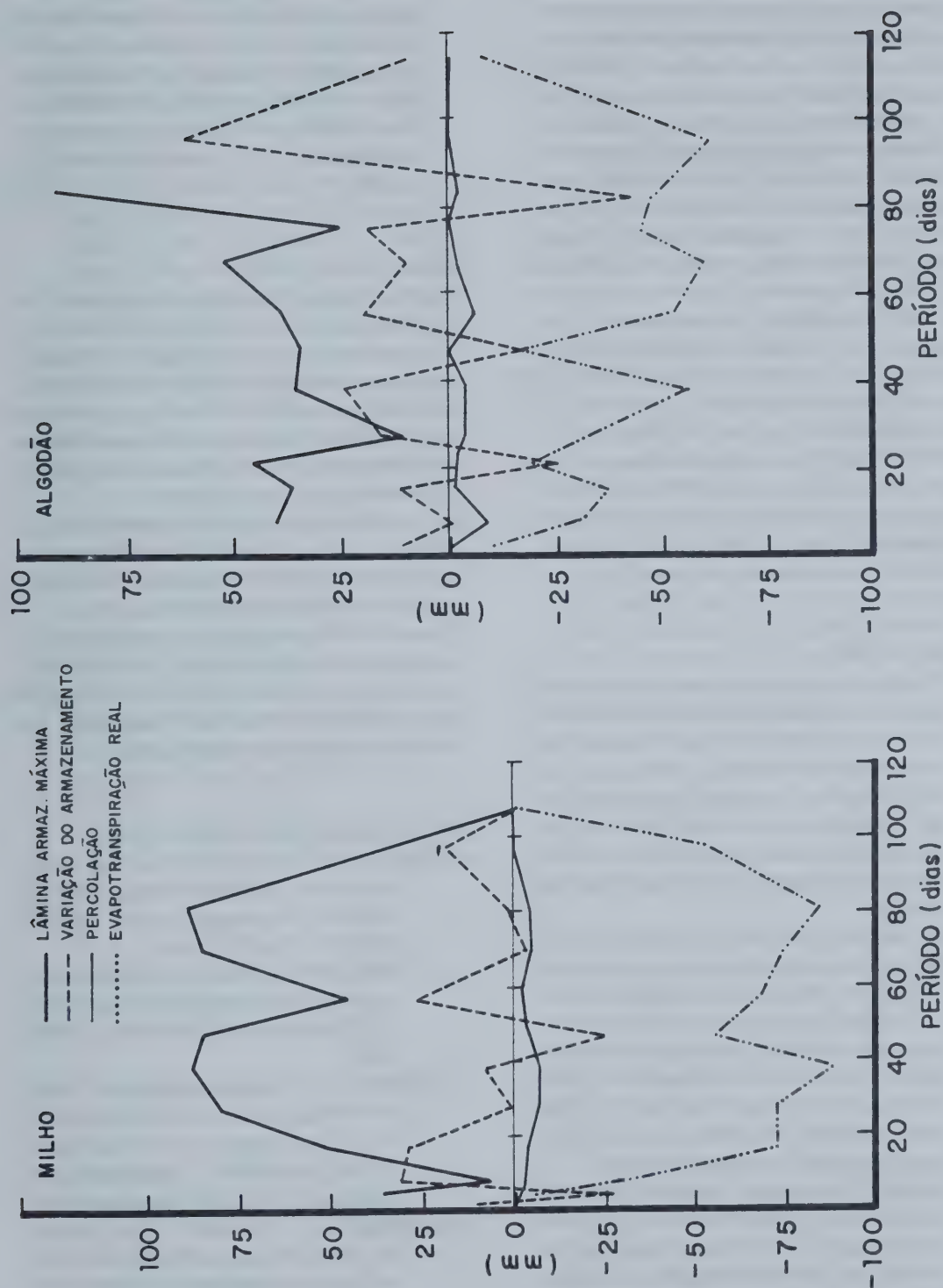
variação do armazenamento na profundidade de 0-60cm, ao longo dos períodos estudados apresentou uma amplitude muito considerável, +30,3 a - 27,3mm para a cultura do milho e +24,3 a -42,3mm para a cultura do algodão. Considerando a magnitude irrelevante da percolação nos dois experimentos, quando comparada com os demais componentes do balanço, constata-se que a amplitude na variação do armazenamento decorre também do consumo d'água diferenciado nas duas camadas de solo estudadas e da dificuldade de se realizar um manejo adequado pré-estabelecido para as duas culturas. (Reinício da irrigação quando o mínimo a 15cm de profundidade atingir - 500cm H₂O).

Na profundidade de 0-60cm a contribuição da percolação no balanço hídrico do milho foi de 43,4mm e do algodão 33,2mm. Tomando-se como base na estimativa da percentagem de percolação o somatório evapotranspiração real mais per-

colação igual a 100%, constata-se que a contribuição deste parâmetro foi da ordem de 6% para as duas culturas. Este resultado evidencia um controle rigoroso na aplicação da água no solo, destacando sobremaneira o manejo adequado na condução dos experimentos.

A contribuição das camadas de solo de 0-30cm e 30-60cm no processo de evapotranspiração é da ordem de 77 e 23% para a cultura do milho e 65 e 35% para o algodão, respectivamente. Da maior intensidade de evapotranspiração na camada mais superficial pode-se inferir a maior densidade de raízes aí existente.

Os resultados da evapotranspiração real das culturas milho e algodão mostrados nas Tabelas 4 e 5 estão compatíveis com os dados apresentados no Boletim Nº 24 FAO REVISADO EM 1977. A cultura do milho apresentou uma taxa média de evapotranspiração real de 5,65 mm/dia variando de 2,87 mm/dia no início do ciclo a 1,20 mm/dia



FIGURAS 1 e 2
Componentes do Balanço Hídrico da Cultura do Milho e do Algodão

no final da maturação, tendo alcançado um máximo de 8,00 mm/dia na fase de floração e início da frutificação (período crítico). A evapotranspiração real média obtida quando comparada com os dados de VAN BAVEL & HARRIS¹⁵ que encontraram valores da ordem de 5,65 mm/dia em 1957 e 4,45 mm/dia 1958, DOSS et alii⁵ 5,8 mm/dia, e SAUNDERS et alii¹⁴ 5,78 mm/dia, mostra a validade dos dados analisados no presente trabalho. O algodão apresentou valor de evapotranspiração real média diária de 4,77 mm, atingindo no início e no final do ciclo 3,35 e 2,63 mm, respectivamente, alcançando no período crítico 7,50 mm. O valor médio de evapotranspiração real obtido está bastante coerente com os resultados apresentados por MARINATO & KARIDA⁸ de 5,86 e 3,60 mm/dia, em dois anos consecutivos e por BRYAN & BROWN¹ quando obtiveram 5,84 mm/dia, o que vem comprovar a validade da introdução do termo lâmina armazenada máxima.

CONCLUSÕES

- 1 - O emprego da lâmina armazenada máxima em substituição ao tradicionalmente usado (irrigação e/ou precipitação) na equação do balanço hídrico veio suprir dificuldades na solução desta equação. Destaque para a utilização de um único equipamento (tensiômetro com manômetro de mercúrio) na quantificação da água;
- 2 - O controle rigoroso na aplicação da água ao solo foi preponderante na baixa percolação de 6% para as culturas do milho e algodão na profundidade de 60cm;
- 3 - A contribuição das camadas de solo 0-30cm e 30-60cm no processo de evapotranspiração é da ordem de 77 e 23% para a cultura do milho e 65 e 35% para o algodão, respectivamente;
- 4 - A evapotranspiração real da cultura do milho variou de 2,87 mm/dia no início do ciclo a 1,20 mm/dia na fase final de maturação, tendo alcançado um máximo na fase de floração e início da frutificação de 8,00 mm/dia. A taxa média no ciclo estudado (108 dias) foi de 5,65 mm/dia; e
- 5 - A cultura do algodão apresentou valor de evapotranspiração real no início do ciclo de 3,35 mm/dia e na fase final de maturação de 2,63 mm/dia, enquanto na floração e início da frutificação, atingiu o valor máximo de 7,50 mm/dia. A taxa média de ETR em todo o ciclo considerado (115 dias) foi de 4,77 mm/dia.

RECOMENDAÇÕES

- Dada a necessidade de um manejo d'água adequado das culturas irrigadas, recomenda-se a utilização desta metodologia com o procedimento apresentado neste trabalho, objetivando-se determinar para o semi-árido do Nordeste brasileiro a evapotranspiração real das culturas de expressão econômica irrigada;
- Na quantificação da água faz-se necessário o emprego de outros sensores de umidade (Sonda de Nêutrons, especialmente) além dos tensiômetros; e
- Com o intuito de atender a variabilidade espacial das características físico-hídricas do solo, sugere-se que a determinação da condutividade hidráulica aconteça na própria parcela do experimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRYAN, B.B. & BROWN, D.A. Fiel Measurement of Evapotranspiration of Cotton. Transaction the ASAE. 6(3)217-219, 22, 1963.
2. BUCKINGHAM, E. Studies on the Movement of Soil Moisture. Bull. Bur. Soils. US Department Agriculture. 1970, 38p.
3. CASTRO, P.T. Evapotranspiração Atual e Potencial de uma Cultura de Milho (*Zea mays* L.) Piracicaba. ESALQ/USP-SP. (Dissertação de Mestrado) 1979, 61p. Mimeografado.
4. DOREMBUS, J. & PRUITT, R.H. Availability of Soil Water to Plants as Affected by Soil Moisture Content and Meteorological Conditions. Agron. J., 54:385-390, 1962
5. DOSS, B.D.; BENNET, O.L. & ASHLEY, D.A. Evapotranspiration by Irriga-

- tion Corn. Agron. J. 54:497-498, 1962.
6. FERREIRA, M.N.L. Determinação da Evapotranspiração Atual e Potencial da Cultura de Melancia (*Citrulus la-matus*). Fortaleza-CE. UFC. (Dissertação de Mestrado) 1990, 61p. Mimeografado.
 7. MARCA, O. R. Determinação da Evapotranspiração do Consórcio Feijão-Milho-Algodão pelo Método do Balanço Hídrico e através de Fórmulas Empíricas sob Regime de Irrigação por Sulcos. Fortaleza, CE. UFC. (Dissertação de Mestrado) 1985. 83p. Mimeografado.
 8. MARINATO, R. KAKIDA, J. Estudo do Período Crítico para Irrigação do Algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) no norte de Minas. In: Reunião Nacional do Algodão, 2o., Salvador-Bahia, 1982, 125p.
 9. REICHARDT, K.; LIBARDI, P.L. & SAUNDERS, L.C.U. Dinâmica da Água em Solo Cultivado com Milho. Rev. Bras. de Ciên. do Solo. 3:1-5, 1979.
 10. ROSE, C.W. & STERN, W.R. Determination of Witk-dramal of Soil by Crop Roots as Function of Depth and Time. Aus. J. Soil. Rev. 5:11-19, 1967.
 15. VAN BAVEL, C.H.M. & HARRIS. Evapotranspiration Rates from Bermudagrass and Corn at Raleigh, North Carolina. Agron. J., 54:319-322, 1962.
 11. SÁ, V.A. de L. Dinâmica da Água na Cultura da abóbora (*Curcubita máxima* Duch) Cultivada em um Solo Aluvião Eutrófico no Vale do Curu-CE. (Dissertação de Mestrado) 1988, 68p. Mimeografado.
 12. SANTOS, G.A.S. Uso consuntivo da Cultura do Melão. Fortaleza-CE, UFC. (Dissertação de Mestrado) 1985. 71p. Mimeografado.
 13. SAUNDERS, L.C.U. & BEZERRA, F.M.L. Relatórios do Programa de Desenvolvimento Científico e Tecnológico para o Nordeste - PDCT/NE-01, fev/dez. 1984.
 14. SAUNDERS, L.C.U.; CASTRO, P.T. de; MATIAS FILHO, J. & BEZERRA, F.M.L. Uso consuntivo da Cultura do Milho sob Condições Naturais de Precipitações na Microrregião Homogênea de Quixeramobim. Apresentado no XIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. Fortaleza. 1984.

EXTRAÇÃO DE NUTRIENTES EM BANANA (*MUSA* sp.) cv. PACOVAN¹

Ricardo Luiz L. Neves²
Fernando F. H. Ferreyra³
Raimundo F. P. Maciel³
José Nelson E. Frota³

RESUMO

Com o objetivo de quantificar a extração e a translocação dos nutrientes N, P, K, Ca e Mg pela bananeira (*Musa* sp.) cv. Pacovan, analisou-se a parte aérea de planta em três estádios de desenvolvimento: colheita do cacho, florescimento e com cinco folhas, correspondendo, respectivamente, à planta-mãe, filha e neta. Foram analisados, também, os renovos remanescentes da touceira de onde se retirou a planta no estádio cinco folhas. Os resultados mostraram que a cultura (1.666 touceiras) extraiu, por hectare, aproximadamente: 296 kg de N, 116 kg de P_2O_5 , 1.512 kg de K_2O , 401 kg de CaO e 157 kg de MgO. Foram translocadas por tonelada de frutos: 1,9 kg de N, 0,68 kg de P_2O_5 , 7,04 kg de K_2O , 0,53 kg de CaO e 0,44 kg de MgO.

PALAVRAS-CHAVE: Cultura da bananeira, extração de nutrientes, exigências minerais.

NUTRIENTS EXTRACTION IN BANANA (*MUSA* sp.) cv. PACOVAN

SUMMARY

In order to investigate the nutrients extraction and export of N, P, K, Ca and Mg by banana crop (*Musa* sp.) cv Pacovan, the aerial parts was analysed for three development stages bunch harvest, flowering and five leaves.

The results showed that banana crop (1.666 clusters/ha) extracted: 296 kg of N, 116 kg of P_2O_5 ,

1.512 kg of K_2O , 401 kg of CaO and 157 kg of MgO and translocated to each ton fruits: 1,9 kg of N, 0,68 kg of P_2O_5 , 7,04 kg of K_2O , 0,53 kg of CaO and 0,44 kg of MgO.

KEY WORDS: Banana crop, nutrients, extraction.

INTRODUÇÃO

A banana está situada entre os frutos tropicais de maior consumo no mundo. Sua importância na alimentação humana deve-se ao fato de ser um alimento de fácil assimilação, podendo ser consumida em todas as faixas etárias, como também, por ser muito rica em carboidratos e apresentar valores apreciáveis de vitaminas e sais minerais (SIMMONDS¹⁵; CHAMPION⁶; BRAGA²; CAMPOS³).

Embora seja o maior produtor mundial, o Brasil exporta apenas 1,6 a 2% da sua produção estimada em 6.000.000 a 7.500.000 toneladas anuais (CAVALCANTE et alii⁵, CAMPOS³). O estado de São Paulo é o principal exportador e os mercados da Argentina e Uruguai os maiores importadores.

Segundo FIBGE⁸, o estado da Bahia é o maior produtor nacional, posição que vem mantendo, acompanhado de perto pelo estado de São Paulo, durante os últimos cinco anos. O estado do Ceará, que já chegou a ser o maior produtor nacional, caiu da terceira posição em 1984 para quinto lugar em 1987, situando-se, atualmente, na sétima posição em termos de rendimento mé-

1 Trabalho extraído da Dissertação de Mestrado apresentada a Universidade Federal do Ceará, pelo primeiro autor, financiado pelo Projeto BID/CNPq/UFC-PDCT/CE 17.

2 Pesquisador do Projeto PDCT/CE 17.

3 Professores do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará.

dio por hectare, não obstante ser o terceiro Estado em área colhida.

De acordo com CAVALCANTE et alii⁵, o cultivar PACOVAN, que é um mutante da PRATA, com características semelhantes, porém mais produtivo e com excelente penetração no mercado, tem merecido, ultimamente, maior preferência dos bananicultores do Nordeste brasileiro e, como consequência, a área ocupada com esse cultivar vem sendo ampliada consideravelmente.

Conforme constatamos em BAILLON et alii¹, MARTIN-PRÉVEL¹², TWFORD¹⁶, MARTIN-PRÉVEL et alii¹⁴, GALLO et alii⁹ e MARTIN-PRÉVEL¹³ a bananeira extrai quantidades elevadas de K e de N, bem como valores apreciáveis de Ca, Mg e de P. Segundo CARVALHO et alii⁴ esta musácea é uma das culturas que mobilizam uma das maiores massas minerais por hectare de vegetação.

Apesar da importância econômica do cultivar PACOVAN, especialmente para o estado do Ceará, praticamente inexistem na literatura trabalhos quantificando as exigências minerais do cultivar mencionado. Neste sentido, com o intuito de fornecer subsídios que possam vir a preencher essa lacuna, realizamos o presente trabalho.

MATERIAL E MÉTODO

Por ocasião da colheita da produção de 2º ciclo de um pomar comercial localizado no município de Canindé-CE, Brasil, foram selecionadas três plantas de diferentes touceiras, em três estádios de desenvolvimento: colheita do cacho, florescimento e plantas com cinco folhas, correspondendo, respectivamente, à planta mãe, filha e neta. Foram selecionados também renovos remanescentes da touceira de onde foi retirada a planta no estádio cinco folhas. As plantas foram cortadas rente ao solo para análise da extração de nutrientes pela sua parte aérea. Estas plantas cresceram em um solo aluvial eutrófico e receberam no primeiro ano 130, 80 e 180 g de N, P₂O₅ e K₂O por touceira, respectivamente, e no segundo ano 100, 40 e 120 g de N, P₂O₅ e K₂O, na forma de sulfato de

amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio.

Após o corte e determinação do peso fresco de todos os órgãos de cada planta, foram obtidas as amostras para análise, conforme descrito a seguir. Os pseudocaules foram cortados transversalmente em cinco fatias de 5 cm de largura. Os pecíolos foram divididos em duas seções de 5 cm de comprimento, obtidas junto ao caule e junto à folha; para as nervuras, tomou-se um seção de 5 cm de comprimento, correspondendo à parte mediana das mesmas e nos limbos, seções transversais de 5 cm de largura tomadas na zona central da folha. Amostraram-se três frutos da penca central do cacho. Do broto floral (coração), foi retirada uma fatia de 5 cm de largura e outras duas cortadas das extremidades do ráquis. A inflorescência foi dividida no sentido transversal, em cinco seções de 5 cm de largura. Os renovos remanescentes foram analisados por inteiro. Após a obtenção das amostras, procedeu-se a pesagem e acondicionamento do material em sacos plásticos. No laboratório, as amostras foram lavadas com água destilada, colocadas em sacos de papel e secas em estufa a 700°C até peso constante. Depois de pesadas foram moídas e conservadas em dessecador até a realização das análises químicas para determinação dos elementos N, P, K, Ca e Mg. O nitrogênio total foi determinado pelo método KJELDAHL descrito por LOTT et alii¹⁰; com extrato nitroperclórico, o fósforo total pelo método vanadato molibdato; o potássio por fotometria de chama (CHAPMAN & PRATT⁷); o cálcio + magnésio por titulação em EDTA; o magnésio pelo método do amarelo de tiazoli e o cálcio por diferença.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são mostradas as quantidades de matéria seca produzida e o total de nutrientes contidos na cultura, expressos em kg/ha, considerando-se uma densidade de plantio correspondente a 1.666 plantas por hectare. Destaca-se a elevada quantidade de potássio extraído pelas plantas, sendo também consideráveis as extrações de nitrogênio e de cálcio e menores as imobilizações de magnésio.

TABELA 1a - Peso e Quantidade de Nutrientes Extraídos (kg/ha) pela Parte Aérea de um Touceiro de Bananeira (Musa sp.) cav. Pacovan, Mantida com Três Plantas. Canindé, Ceará, Brasil, 1989.

Estágio de Desenvolvimento		Parte da Planta	Peso Seco	N	P	P ₂ O ₅	K
P	M	Pseudocaule	8.821	60,24	12,08	27,42	405,30
L	Ã	Limbos	2.147	43,45	12,08	7,56	46,16
A	E	Pecíolos+nervuras	1.638	7,36	1,60	3,63	40,00
N		Frutos	6.526	64,47	10,11	22,95	197,72
T		Coração+ráquis	450	6,68	0,95	2,16	26,47
A		Total planta-mãe	19.582	182,41	28,07	63,72	715,60
P	F	Pseudocaule	6.747	47,36	15,04	34,14	349,51
L	I	Limbos	1.629	34,04	2,93	6,65	58,11
A	L	Pecíolos+nervuras	1.199	7,81	2,01	4,56	51,98
N	H	Inflorescência	240	4,78	0,62	1,41	15,71
T	A	Total planta-filha	9.815	93,99	20,6	46,76	475,31
A							
P	N	Pseudocaule	716	5,26	1,67	3,79	50,95
L	E	Limbos	143	3,05	0,32	0,73	5,31
A	T	Pecíolos+nervuras	102	0,87	0,17	0,38	4,66
N	A	Total planta-neta	961	9,18	9,16	4,90	60,92
T							
A							
		Filhotes remanescentes	115	1,66	0,45	1,02	8,65
		Total	30.473	296,42	49,12	116,40	1.260,48

TABELA 1b - Peso e Quantidade de Nutrientes Extraídos (kg/ha) pela Parte Aérea de um Touceiro de Bananeira (Musa sp.) cav. Pacovan, Mantida com Três Plantas. Canindé, Ceará, Brasil, 1989.

Estágio de Desenvolvimento		Parte da Planta	Peso Seco	K2O	Ca	CaO	Mg	MgO
P L A N T A	M	Pseudocaule	8.821	486,30	112,04	156,86	36,43	60,84
	Ã	Limbos	2.147	55,39	22,41	31,37	5,90	9,85
	E	Pecíolos						
		+						
		nervuras	1.638	48,00	36,68	51,35	5,25	8,77
		Frutos	6.526	237,26	12,79	17,90	8,81	14,71
		Coração						
		+						
		ráquis	450	31,76	2,46	3,44	1,07	1,79
		Total planta-mãe	19.582	858,71	186,38	260,92	57,46	95,96
P L A N T A	F	Pseudocaule	6.747	419,41	65,72	92,01	24,29	40,56
	I	Limbos	1.629	69,73	12,58	17,61	4,15	6,93
	L	Pecíolos						
		+						
	A	nervuras	1.199	62,38	12,11	16,95	3,56	5,94
		Inflorescência	240	18,85	1,28	1,79	0,80	1,34
		Total planta-filha	9.815	570,37	91,69	128,36	32,80	54,77
P L A N T A	N	Pseudocaule	716	61,14	5,75	1,05	2,50	4,17
	E	Limbos	143	6,37	0,85	1,19	0,35	0,58
	T	Pecíolos						
		+						
	A	nervuras	102	5,59	0,97	1,36	0,32	0,53
		Total planta-neta	961	73,10	7,57	10,6	3,17	5,28
		Filhotes remanescentes	115	10,38	0,60	0,84	0,43	0,72
Total			30.473	1.512,56	286,24	400,72	93,86	156,73

Na referida tabela, verifica-se que a cultura extraiu em maior quantidade o potássio (1.260,48 kg/ha) seguido do nitrogênio (296,42 kg/ha); do cálcio (186,24 kg/ha); do magnésio (93,86 kg/ha) e do fósforo (49,12 kg/ha). As quantidades de potássio e de nitrogênio imobilizadas foram equivalentes às indicadas por MARTIN-PRÉVEL¹³ para outros cultivares (em média: 1.350 kg de K e 302 kg de N por hectare), embora a produtividade do cultivar estudado (34 t/ha) fosse menor do que a encontrada pelo referido autor (média de 48 t/ha). Com relação ao fósforo, cálcio e magnésio as imobilizações foram superiores às indicadas por MARTIN-PRÉVEL¹³ (médias para o P: 34 kg/ha, Ca: 173 kg/ha e Mg: 66 kg/ha). Essa diferença pode ser atribuída ao bom nível desses nutrientes no solo onde foi conduzido o experimento.

Para o cultivar PACOVAN estudado, encontrou-se uma relação de extração dos elementos N: P: K, considerando-se os dois últimos como óxidos, igual a 1: 0,35; 4,7. MALAVOLTA & VITTI¹¹ assumem essa relação como: 1,0: 0,35: 3,7. Os autores anteriormente citados estabeleceram, para a mesma relação, os valores 1: 0,27: 5,30 obtidos com cultivares do grupo AAA. A diferença entre as relações de exportações é justificada pelo fato de os cultivares do grupo AAA produzirem cachos mais pesados e apresentarem menor porte do que os cultivares do grupo AAB.

O total de nutrientes extraídos pelos frutos no cultivar estudado foi, aproximadamente: 64 kg de N/ha, 23 kg de P₂O₅/ha, 237 kg de K₂O/ha, 18 kg de CaO/ha, e 15 kg de MgO/ha (Tabela 1a). Considerando-se uma produção de 33.053 kg de frutos/ha/ciclo, o total de nutrientes presentes em uma produção de frutos seria: 1,9 kg de N, 0,68 kg de P₂O₅, 7,04 kg de K₂O, 0,53 kg de CaO e 0,44 kg de MgO. Do trabalho de GALLO et alii⁹, para uma produção de 76.975 kg de cachos por hectare, obtivemos as seguintes quantidades de nutrientes, presentes em uma tonelada de cachos do cultivar NANICÃO: 1,8 kg de N, 0,57 kg de P₂O₅, 9,34 kg de K₂O, 0,35 kg de CaO e 0,45 kg de MgO. Para os cultivares GROS

MICHEL NANICA, NANICÃO e POYO, MARTIN-PRÉVEL et alii¹⁴ obtiveram 2,04 kg de N, 0,66 kg de P₂O₅, 7,12 kg de K₂O, 0,35 kg de CaO e 0,43 kg de MgO por tonelada de frutos. Os dados apresentados nos levam a concluir que o cultivar PACOVAN é menos eficiente do que os cultivares do grupo AAA no aproveitamento de nutrientes para a formação dos frutos, uma vez que extrai e transloca quantidades aproximadas às dos outros cultivares, porém é menos produtivo.

CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos para as condições em que foi realizado o presente trabalho, as seguintes conclusões foram estabelecidas:

- A bananeira cv. Pacovan, (1.666 touceiras com plantas nos estádios ("mãe, filha e neta")) extraiu por hectare aproximadamente: 296 kg de N, 116 kg de P₂O₅, 1.512 kg de K₂O, 401 kg de CaO e 157 kg de MgO. Sendo exportados por tonelada de frutos: 1,9 kg de N, 0,68 kg de P₂O₅, 7,04 kg de K₂O, 0,53 kg de CaO e 0,44 kg de MgO.
- O cultivar PACOVAN (Grupo AAB) é menos eficiente do que os cultivares do grupo AAA no aproveitamento de nutrientes para a formação dos frutos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BAILLON, A.F., HOLMES, E. & LEWIS, A.H. The composition and nutrient uptake of banana plant with special reference to the Canaries. **Trop. Agric.** 10(5):139-144. 1933.
2. BRAGA, R. **Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará**. 2ª. ed. Fortaleza, Imprensa Oficial do Ceará, 1960. 540p.
3. CAMPOS, G.M. **Bananicultura nos perímetros irrigados**. Fortaleza, DNOCS, 1982. 61p.
4. CARVALHO, J.C. de; PAULA, M.B. de &

- NOGUEIRA, F.D. Nutrição e adubação da bananeira. *Inf. Agropec.*, 12(133):20-32. 1986.
5. CAVALCANTE, A.T.; MELO, G.S. de & CAVALCANTE, V.T.M. **Cultivo da bananeira Musa sp. em Pernambuco**. Instruções Técnicas IPA-14. 1983. 4p.
 6. CHAMPION, J. **El plátano**. Barcelona, Blume, 1968. 247p.
 7. CHAPMAN, H.D. & PRATT, P.F. **Methods of analysis for soils, plant and waters**. University of California, Division of Agricultural Sciences, 1961. p. 161-174.
 8. FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Anuário estatístico do Brasil**. Rio de Janeiro. IBGE. 1987/1988, p. 333-336.
 9. GALLO, J.R.; BATAGLIA, O.C.; FURLANI, P.R.; HIROCE, R.; FURLANI, A.M.C.; RAMOS, M.T.B. & MOREIRA, R.S. Composição química inorgânica da bananeira (*Musa acuminata* Simmonds, cultivar Nanico). **Ciência e Cultura**, 24(1):70-79. 1974.
 10. LOTT, W.L.; NERY, J.P.; GALLO, J.R.; MEDECALF, J.C. **Leaf analysis technique in coffee research**. IBEC Res. Inst. Bull, 9, 1965.
 11. MALAVOLTA, E. & VITTI, G.C. **Desordens nutricionais e adubação de bananeiras**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA 1. Jaboticabal, SP. 1984. Anais. Jaboticabal, SP. UNESP, 1984.
 12. MARTIN-PRÉVEL, P. Os elementos minerais da bananeira e dos seus frutos. **Fertilité**, 22: 3-14. 1964.
 13. -----, La nutrition minéral du bananier dans le monde. première partie. **Fruits**, 35(9):503-518. 1980.
 14. -----, LACOEUILHE, J.J. & MARCHAL. Les éléments minéraux dans le bananier "Gros Michel" au Camaron. **Fruits**. 23(5):529-269. 1968.
 15. SIMMONDS, N.W. **Bananas**. London, Longmans, 1959. 466 p.
 16. TWYFORD, I.T. Banana nutrition: a review of principles and practice. *J. Sci. Fd. Agric.* 18(5):177-183. 1967.

OCORRÊNCIA DA PODRIDÃO APICAL EM FRUTOS DE MELANCIA SUBMETIDOS A DIFERENTES PERÍODOS DE DEFICIÊNCIA HÍDRICA NO SOLO¹

Áureo S. Oliveira²;
Moisés C. Saraiva Leão³;
Hermano G. De Oliveira³;
Omar J. Pereira³

RESUMO

Para quantificar a ocorrência da Podridão Apical em melancia (*Citrulus lanatus*) (Thunb.) Matsum et Nakai) cultivar Charleston Gray, sob condições de deficiência hídrica no solo e alta demanda evaporativa atmosférica, realizou-se este trabalho, na Fazenda Experimental do Vale do Curu, da Universidade Federal do Ceará, município de Pentecoste, Ceará. O solo era do tipo aluvial eutrófico e textura franco-arenosa. A cultura foi irrigada superficialmente, em sulcos de 8 m de comprimento e 15 cm de profundidade, ao nível da parcela experimental. Utilizou-se o método da moderação de nêutrons para o monitoramento da irrigação, na profundidade radicular de 20 cm. O tratamento controle (T₁) preconizava aplicação de água quando a umidade do solo, na profundidade radicular, atingia 0,243 cm³/cm³ (-50 KPa). Os demais tratamentos foram estabelecidos em função da duração do período de deficiência hídrica no solo, definido a partir da emergência das plântulas. Os tratamentos T₂, T₃, e T₄ corresponderam aos períodos de 13, 26 e 39 dias após a emergência (DAE), respectivamente. Findo o período de deficiência hídrica no solo, as irrigações específicas a cada tratamento seguiram o estabelecido para o controle. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com quatro tratamentos e quatro repetições. Duas aplicações via foliar de cálcio foram realizadas aos 49 e 66 DAE. Verificou-se que a percentagem de frutos afetados pela podridão apical 5,5, 5,6, 8,3 e 7,4% para T₁, T₂, T₃ e T₄, respectivamente, não foi influenciada estatisticamente pelos períodos

de deficiência de água no solo. As duas aplicações via foliar de cálcio, durante o ciclo da cultura, suprimiram o efeito negativo aos frutos da translocação desse nutriente para as folhas, sob condições de alta demanda evaporativa atmosférica.

PALAVRAS-CHAVE: melancia, deficiência hídrica no solo, Podridão Apical.

OCCURRENCE OF BLOSSOM-END ROT IN WATERMELON UNDER SOIL WATER STRESS CONDITIONS

SUMMARY

This study deals with the occurrence of the blossom-end rot in watermelon (*Citrulus lanatus* (Thunb.) Matsum et Nakai) cultivar Charleston Gray, under conditions of soil water stress and high evaporative demand at the University of Ceará Experimental Farm, Curu River Valley, Pentecoste, Ceará, Brazil. The work was conducted in an alluvial sandy loam soil, and the crop irrigated by furrows. A control treatment (T₁) consisted in water applications when the soil moisture tension at the root depth of the crop (20 cm) reached -50 KPa. The other treatments (T₂, T₃ and T₄) consisted in irrigations at the same soil moisture tension, following initial stress periods of 13, 26 and 39 days after emergence (DAE) of the plants, respectively. The experiment followed a randomized block design with four treatments and four replications per treatment. Monitoring of soil moisture was done by the neutron probe. The occurrence of the blossom-end rot on the four different treatments was not statistically different 5,5%, 5,6%, 8,3% and 7,4% for treatments T₁, T₂, T₃ and T₄, respectively. Two applications of a calcium solution at the leaves of the plants were done 49 and 66 DAE, and probably prevented a higher occurrence of the blossom-end rot on the crop.

KEY WORDS: watermelon, soil water deficit, blossom-end rot.

1 Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor apresentada ao Departamento de Engenharia Agrícola - CCA/UFC.

2 Engenheiro-Agrônomo, M.Sc., Departamento de Engenharia Agrícola - Escola de Agronomia da UFBA, 44380, Cruz das Almas, Bahia.

3 Professores do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará.

INTRODUÇÃO

A Podridão Apical ou Podridão Estilar é uma desordem fisiológica de significativa importância que afeta a produção de melancia e tomate em várias regiões do mundo (SOARES⁹). Em frutos de melancia de diversos tamanhos, a extremidade apical enegrece, muitas vezes, murcha (SONNENBERG¹¹), advindo o necrosamento do tecido. Segundo referido autor, o cultivar de melancia Charleston Gray é o mais suscetível. A ocorrência dessa desordem fisiológica em melancia, pimentão e tomate está associada à deficiência de cálcio no fruto (MATIN & YAZDANI⁷; SONNENBERG¹¹; SPURR¹²; CASTRO & MALAVOLTA¹). Além desse fator, SPURR¹² cita, como condição predisponente, o estresse hídrico, excesso de sais solúveis, desequilíbrio de nutrientes no solo e, até mesmo, a combinação de todos eles. FERNANDES et alii³, em tomate, relacionaram a doença à carga genética do cultivar.

O presente estudo objetivou quantificar a ocorrência da Podridão Apical em melancia (*Citrus lanatus* (Thunb.) Matsum et Nakai) cultivar Charleston Gray, em condições de deficiência hídrica no solo e alta demanda evaporativa atmosférica.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi instalado na Fazenda Ex-

perimental do Vale do Curu, pertencente à Universidade Federal do Ceará, no município de Pentecoste, Ceará, de setembro a dezembro de 1990. As condições climáticas durante o período são apresentadas na Tabela 1.

O solo era do tipo aluvial eutrófico, franco-arenoso, apresentando nos 60 cm superficiais, em média, 65% de areia, 22% de silte, 13% de argila, densidade global de 1,64 g/cm³, pH em água 6,7, 0,8% de matéria orgânica, 30,5 ppm disponível de P, 5,4 mE/100 g de Ca, 2,8 mE/100 g de Mg e condutividade elétrica do extrato de saturação a 25°C de 0,75 mmhos/cm.

O tratamento controle (T₁) preconizava aplicação de água quando a umidade do solo na profundidade radicular (20 cm) atingia 0,243 cm³/cm³ (-50 KPa). Os demais tratamentos foram estabelecidos em função da duração do período de deficiência hídrica no solo, definido a partir da emergência das plântulas. Os tratamentos T₂, T₃ e T₄ corresponderam aos períodos de 13, 26, e 39 dias após a emergência (DAE), respectivamente. Findo o período de deficiência hídrica no solo, as irrigações específicas para cada tratamento seguiram o estabelecido para o controle. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados com quatro tratamentos e quatro repetições. A unidade experimental teve 240 m² de área total sendo 80 m² de área útil.

TABELA 1 - Dados Climáticos da Estação Agrometeorológica da Fazenda Experimental do Vale do Curu Durante o Experimento. Pentecoste, Ceará. 1990.

Mês	Temperatura média do ar Máx Mín (°C)		Umidade relativa (%)	Precipitação (mm)	Evaporação Piche (mm)	Inso-lação (h)
Setembro	34,7	23,2	64	1,0	218,5	275,7
Outubro	35,3	23,5	65	0,0	223,2	294,9
Novembro	35,2	23,6	65	5,0	219,0	259,6
Dezembro	35,1	23,3	69	0,4	207,6	269,1
Média	35,1	23,4	66		217,1	274,3
Total				6,4	868,3	1.099,3

Trabalhou-se com o cultivar de melancia Charleston Gray, no espaçamento de 2,5 x 2,0 m. Foram semeadas 4 a 5 sementes, reduzindo-se, após o desbaste, a duas plantas por cova. A adubação por cova na época da semeadura incluiu 3 litros de esterco de curral curtido, 60 g de superfosfato simples, 20 g de uréia e 20 g de cloreto de potássio. Posteriormente, foram realizadas duas aplicações por cobertura de 5 g de uréia por cova. Como medida preventiva, realizou-se, em intervalos semanais, pulverizações com fungicida (Benomyl) e inseticidas (Paration-metílico e Carbaryl). Os tratos culturais incluíram aplicações por via foliar de Bayfolan Extra A (micronutrientes) e Cálcio quelatizado a 10%. Duas aplicações deste último foram feitas durante o ciclo da cultura, aos 49 e 66 DAE.

A colheita dos frutos maduros iniciou-se aos 64 DAE em T₁ e T₂, aos 72 DAE em T₃ e aos 75 DAE em T₄, identificando-se o ponto de colheita através do secamento da gavinha do pedúnculo do fruto. Durante a pesagem, os frutos foram separados em comerciáveis e não-comerciáveis. O critério de classificação baseou-se na ocorrência ou não da Podridão Apical.

Utilizaram-se tubos janelados de engate rápido, com válvulas reguladoras de vazão, para distribuição da água nos sulcos de irrigação. Para cálculo das lâminas de irrigação, utilizaram-se os métodos do "Speedy" e da moderação de nêutrons, com a sonda modelo 3332, série 3330, da Troxler Electronics Laboratories Inc., NC, USA.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre a pré-irrigação e a última irrigação aplicada no experimento, foram realizadas 15 irrigações específicas em T₁, totalizando uma lâmina de 361,37 mm de água. Em T₂, T₃ e T₄ realizaram-se 14, 12 e 11 irrigações específicas, respectivamente, cujas lâminas totais, em relação ao controle, equivaleram a 92,8, 82,6 e 85,2%, respectivamente. As diferenças percentuais entre as lâminas totais de irrigação dos tratamentos revelaram-se pequenas, não obstante a imposição de períodos de déficit hídrico no

solo de até 39 dias. Isto deveu-se, provavelmente, à boa capacidade do solo em reter água.

A produção total de frutos no diferiu significativamente entre os tratamentos, tendo sido registrada em todos eles a incidência da podridão apical. A maior percentagem de frutos afetados pela doença (8,3%) ocorreu em T₃, seguido de T₄, T₂ e T₁ com 7,4, 5,6 e 5,5%, respectivamente (Tabela 2). Neste particular, não houve, também, diferenças estatisticamente significativas. Estes percentuais, possivelmente, no foram maiores em razão de o solo da área experimental apresentar bom teor de cálcio, da ordem de 5,5 mE/100g de solo na camada de 0-30 cm e devido às aplicações via foliar de cálcio durante o ciclo da cultura.

PILL et alii⁸, citando outros autores (ROBINS, WARD) informaram que o estresse hídrico favorece a ocorrência da Podridão Apical. SOARES et alii¹⁰, em melancia e, WAISTER e HUDSON¹³, em tomate, constataram que a incidência da doença aumentou com o crescimento dos níveis de estresse hídrico aplicados, o que contraria os resultados aqui obtidos. Por outro lado, CHOUDHURY et alii² encontraram que os níveis de irrigação (-100, -200 e -300 KPa) não influenciaram estatisticamente a produção de tomate com Podridão Apical. Segundo MAROUELLI et alii⁶, a percentagem de frutos de tomate com Podridão Apical aumentou significativamente com a redução da tensão de água no solo (460 KPa a 30 KPa) no estágio vegetativo, não tendo sido afetada pela tensão nos estádios reprodutivo e de maturação.

A transpiração intensa tem o efeito de diminuir o movimento de cálcio para o fruto do tomate, ao passo que a baixa transpiração aumenta o movimento do nutriente para o fruto (GERARD & HIPPI⁵). Segundo referidos autores, em condições de alta demanda atmosférica, o suprimento de água e cálcio que se movem no xilema são desviados para as folhas em detrimento dos frutos. No presente estudo com a melancia, em condições de alta demanda atmosférica durante o ciclo da cultura (Tabela 1), verificou-se que duas aplicações via foliar

de cálcio foram suficientes para atender às necessidades dos frutos por esse nutriente, suprimindo a baixa translocação do elemento para os frutos. Além deste aspecto, o reinício das irrigações após o encerramento dos períodos de déficit hídrico no

solo, em cada tratamento, reduziu, provavelmente, a concentração excessiva de sais solúveis presentes na solução do solo, aumentando a disponibilidade do elemento para as plantas, o que está de acordo com GERALDSON (apud FILGUEIRA⁴).

TABELA 2 - Produtividade Média de Frutos Comerciais, Produtividade Total e Percentagem de Frutos de Melancia com Podridão Apical. Pentecoste, Ceará 1990.

Trat.	Produtividade média de frutos comerciais (t/ha)	Produtividade Total de frutos (t/ha)	Frutos com podridão apical (%)
T ₁	27,042	28,620	5,5
T ₂	31,460	33,973	5,6
T ₃	26,273	28,663	8,3
T ₄	26,326	27,900	7,4

A ausência de letras indica que não houve diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste de Tuckey.

CONCLUSÕES

1) A deficiência de água no solo não induziu diferenças significativas na percentagem de frutos afetados pela Podridão Apical;

2) Duas aplicações, via foliar, de cálcio, aos 49 e 66 dias após a emergência das plântulas suprimiram o efeito negativo aos frutos da translocação do elemento para as folhas, evitando maiores índices de incidência de Podridão apical.

LITERATURA CITADA

1. CASTRO, P.R.C. & MALAVOLTA, E. Ocorrência da podridão estilar em tomates (*Lycopersicon esculentum*, Mill) sob o efeito de reguladores de crescimento. **Anais Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, Piracicaba, SP, v.33, p. 173-188, 1976.
2. CHOUDHURY, E.N.; MILLAR, A.A.; CHOUDHURY, N.M. & ABREU, T.A.S. Níveis de irrigação na produção de tomate industrial. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE DE OLERICULTURA DO BRASIL, 17.,

Juazeiro-Ba., 1977. **Anais ...**, Juazeiro-Ba., 1977, p. 165-167.

3. FERNANDES, H.S.; PEREIRA, A.S.; SANTOS, D.S.B. & ASSIS, V.L.G. Reação de cultivares de tomateiro (*Lycopersicon esculentum*, Mill) à podridão estilar, envolvendo níveis de cálcio. **Agros**, 19, (1/4):35-39, 1984.
4. FILGUEIRA, F.A.R. Manual de olericultura: cultura e comercialização de hortaliças. São Paulo, Editora Agronômica Ceres. 1972, 451p.
5. GERARD, C.J. & HIPPEL, B. W. Blossom-end rot of "Chico Grande" tomatoes. **Proceedings of American Society for Horticultural Science**, 93: 521-525, 1968.
6. MAROUELLI, W.A.; SILVA, H.R. da & OLIVEIRA, C.A. da S. Produção de tomate industrial sob diferentes regimes de umidade no solo. **Pesq. Agrop. Bras.**, 26, (9):1531-1537, 1991.
7. MATIN, A. & YAZDANI, M. Der tropenlandwirt zeitschrift für die landwirtschaft inden tropen und subtropen. **Jahrgang**, p. 22-27, apr. 1978. (Abstract in English).

8. PILL, W.G.; LAMBETH, V.N. & HINGKLEY, T.M. Effects of nitrogen form and level on ion concentration, water stress, and blossom-end rot incidence in tomato. **Journal American Society for Horticultural Science**, 103, (2):265-268, 1978.
9. SOARES, J.M. Influência de métodos de irrigação, sistemas e fórmulas de adubação na cultura da melancia. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, s.d., 7p. Trabalho apresentado no 18º Congresso de Olericultura Brasileira, Mossoró, RN, 1978.
10. SOARES, J.M.; POSSIDIO, E.L. & PEREIRA, J.R. Níveis de irrigação, densidade de plantio e níveis de nitrogênio na cultura da melancia. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE DE OLERICULTURA DO BRASIL, 17., Juazeiro-Ba, 1977. **Anais...**, Juazeiro-Ba, 1977. p. 112-114.
11. SONNENBERG, P.E. A cultura da melancia. In: SONNENBERG, P.E. **Olericultura especial**. 3. ed. Goiânia, GO. p. 124-131, 1985.
12. SPURR, A.R. Anatomical aspects of blossom-end rot in the tomato with special reference to calcium nutrition. **Hilgardia**, 28 (12):269-291, 1959.
13. WAISTER, P.D. & HUDSON, J.P. Effects of soil moisture regimes on leaf water deficit, transpiration and yield of tomatoes. **Journal of Horticultural Science**, 45: 359-370, 1970.

MANEJO COMPUTADORIZADO DA IRRIGAÇÃO UTILIZANDO O PROGRAMA "CROPWAT" DA FAO: ESTUDO DE CASO DE HÍBRIDOS DE MILHO (*Zea mays* L.) NO VALE DO CURU - CEARÁ, BRASIL

Francisco de Souza¹

RESUMO

Com o objetivo de aplicar técnicas computadorizadas ao manejo da irrigação e estimular o uso dessas técnicas em programas de pesquisa, ensino e extensão, foi desenvolvido o presente trabalho. Em primeiro lugar, foi escolhido um caso específico. Resultados experimentais previamente obtidos foram utilizados em um processo de simulação do manejo da irrigação. Estes resultados mostravam o efeito de 4 épocas de plantio e de 4 níveis de potencial matricial do solo sobre a produtividade de 4 híbridos de milho, cultivados sob regime de irrigação. Na segunda etapa do trabalho, os dados foram utilizados no modelo computadorizado baseado na equação do balanço hídrico do solo, desenvolvido pela FAO, denominado CROPWAT. Este modelo simulou as necessidades ou requerimento de água da cultura e estabeleceu calendários de irrigação para os diferentes tratamentos utilizados. A aplicação do CROPWAT para simular calendários ótimos de irrigação resulta em valores bastante aproximados independentemente do híbrido considerado. Utilizando a opção de manejo prático, concluiu-se que o milho no Vale do Curu pode ser irrigado com um turno de 10 dias, lâmina líquida de 40mm, em 11 irrigações, com um nível de rendimento de 93,3% do potencial. Os resultados são comparáveis àqueles obtidos experimentalmente para o plantio em 23/8.

PALAVRAS-CHAVE: manejo, calendário, irrigação computadorizada.

ABSTRACT

This work is an application of an irrigation scheduling computer model aiming to stimulate the use of this technique for developing research, teaching and extension programs. It consisted basically of two

steps. First, a case study was chosen. Experimental results and inputs previously obtained were used to simulate and check the effectiveness of the model. They were related to the study of the effect of 4 corn hybrid cultivated under 4 soil water potencial levels, at 4 different planting dates, in "Vale do Curu", Ceará-Brazil. Secondly, FAO CROPWAT computer model based on the water balance equation was used to calculate the crop water requirements and to establish irrigation schedulings to compare with those have been previously experimentaly determined. Optimum irrigation schedulings calculated by the CROPWAT model were too close to those determined for all hybrids. Practical irrigation scheduling for corn in "Vale do Curu" indicates fixed intervals of 10 days and net irrigation depth of 40mm applied in 11 irrigations, with yield level equivalent to 93.9% of potential yield. Results obtained by using CROPWAT model did not significantly differ from others previously determined under field conditions.

KEY WORDS: management, scheduling irrigation, computerized.

INTRODUÇÃO

Em geral os projetos de irrigação no Brasil são operados com baixa eficiência, porque a ótica utilizada é a de que os sistemas de irrigação devem ser bem projetados e construídos, mas o manejo do sistema após a implementação não é levado em consideração, ficando na dependência exclusiva, com raras exceções, da sensibilidade e experiência do irrigante.

Desde o início do século, a literatura registra os esforços dos pesquisadores para determinar as relações entre o uso da água pelas culturas, nas diversas condi-

¹ Engenheiro Agrônomo, Professor Titular do Centro de Ciências Agrárias da UFC.

ções de solo e clima, e a produção e produtividade das mesmas.

A partir da década de 60 foram iniciados estudos visando a utilização do computador no estabelecimento dos calendários de irrigação, baseados na equação do balanço hídrico do solo. Na década de 80, o uso do microcomputador foi introduzido na irrigação e, particularmente, na determinação do quando e quanto irrigar, como também na automatização dos sistemas de irrigação baseados em tempo real. Vários serviços de extensão privados, em outros países, utilizam modelos computadorizados do sistema água-solo-planta-clima para estabelecer calendários de irrigação, que são utilizados juntamente com o monitoramento da umidade do solo com tensiômetros, sonda de nêutrons ou outro instrumento qualquer. Do nosso conhecimento estas práticas não são adotadas no país, muito menos no Ceará.

Segundo SALAZAR et alii⁹, para atingir ótimos resultados, um sistema de irrigação deve ser bem projetado, construído e manejado. Contudo, muitos projetos de irrigação no mundo operam com eficiência global de irrigação entre 25 e 40% em vez de 50 e 60% contemplados no projeto. Uma das principais razões para essas baixas eficiências é a falta de atenção dada ao manejo dos sistemas de irrigação após a fase de construção. Um dos requerimentos do manejo mais barato e mais efetivo, para eliminar tais problemas, é a adoção de calendários de irrigação adequados.

O "Calendário de Irrigação" pode ser definido como o processo ou técnica para determinar quando irrigar e quanta água aplicar em cada irrigação (JAMES⁵; SALAZAR et alii⁹). O estabelecimento do calendário de irrigação apropriado é essencial para o uso eficiente de água, energia e outros fatores da produção, tais como fertilizantes (JAMES⁵).

JENSEN et alii⁷ citam alguns autores para mostrar que àquela época estudos recentes indicavam que as práticas para determinar o calendário de irrigação, o momento de irrigar e a quantidade a aplicar, não apresentava grandes modificações da-

queles observados 25 anos antes, por ISRAELSEN, em 1944. Mas, esses autores lembram que o potencial para melhorar o manejo da irrigação havia aumentado substancialmente nos últimos 15 anos (a partir de 1954), devido ao desenvolvimento de equipamento de controle e medição da água, melhoramento nos critérios de dimensionamento, métodos mais confiáveis para estimar ET, e a disponibilidade comercial de instrumentos de medição da umidade do solo para determinar quando irrigar. Isto é confirmado por HAISEN e HAGAN (1967) que afirmam que desde 1950 um número de novos enfoques e aparelhos comercialmente disponíveis foram desenvolvidos para determinar o calendário de irrigação, o que permite ao irrigante avaliar o suprimento de água para as culturas e, portanto, melhorar suas práticas de irrigação. Desde o trabalho de JENSEN⁶ até a atualidade, o desenvolvimento científico e tecnológico evoluiu de modo a permitir até mesmo o uso do microcomputador no controle do calendário de irrigação. Muitos pesquisadores têm desenvolvido modelos computadorizados para o manejo da irrigação (JENSEN⁶, JENSEN et alii⁷, DE GOESCALMON et alii¹, HULSMAN⁴, XEVI e FEYEN¹², MIYAMOTO⁸, SMITH¹¹, SALAZAR et alii⁹). JENSEN⁶ foi o primeiro a introduzir o conceito de utilização de um serviço de extensão baseado no computador. DE GOESCALMON et alii¹ usaram dois modelos (RAINBOW e IRSIS) para estabelecer calendários de irrigação do Projeto Pirapora (Minas Gerais). HULSMAN⁴ apresentou um metodologia de calendário de irrigação computadorizada em que utiliza os conceitos apresentados por JENSEN et alii⁷ e CROUCH, citado por HULSMAN⁴. MIYAMOTO⁸ desenvolveu um modelo para estabelecer o calendário de irrigação de pomares usando dados do clima, solo e planta. SMITH¹¹ apresentou um modelo de manejo da irrigação da FAO (CROPWAT), testado em vários projetos desta instituição, que permite o desenvolvimento de calendários de irrigação indicativos a partir de dados médios de clima e agrícolas. Este modelo, chamado CROPWAT, é aplicado no presente

trabalho a um caso específico. SALAZAR et alii⁹ relatam que aproximadamente 400.000 hectares de área irrigada cientificamente nos Estados Unidos é feita com calendário de irrigação que utilizam técnicas computadorizadas baseadas no balanço do sistema solo-planta-atmosfera, juntamente com observações periódicas de campo por técnicos ou irrigantes. A elaboração de calendários de irrigação por empresas privadas, combinando a tecnologia do computador com o monitoramento da umidade do solo continua a ser um sucesso.

Em virtude da importância do manejo da irrigação para o aumento da eficiência dos sistemas, e conseqüentemente, na economia de água, energia e fertilizantes, bem como no aumento da produtividade das culturas, é que o presente estudo foi realizado, com o objetivo de introduzir a nível de pesquisa no Ceará a aplicação de programas de microcomputador, devidamente comprovados, no caso, o programa CROPWAT da FAO, para a determinação de calendários de irrigação.

METODOLOGIA

Esse trabalho constou fundamentalmente de duas etapas. Em primeiro lugar, considerou-se a cultura do milho cultivado em uma condição específica de clima — o Vale do Curu. Para tanto foram utilizados os resultados encontrados por SANTOS¹⁰. Numa segunda etapa, utilizou-se um programa de computador desenvolvido pela FAO (CROPWAT) para simular o manejo da irrigação do milho no Vale do Curu.

O Programa "CROPWAT" da FAO

O CROPWAT é um programa para microcomputadores desenvolvido pela FAO (Food and Agriculture Organization), versão 5.5, que serve para calcular os requerimentos de água da cultura e de irrigação, a partir de dados do clima e da cultura. Adicionalmente, o programa permite estabelecer calendários de irrigação para diferentes condições de manejo, e calcular o esquema de suprimento de água de um projeto para diferentes padrões de cultivo

(SMITH¹¹).

O CROPWAT apresenta um Menu Principal com as seguintes opções de cálculo: a) Cálculo de ET pelo método de Penman; b) Requerimento da cultura; c) Calendário de Irrigação; e d) Suprimento de água.

Cálculo da Evapotranspiração Potencial com a Equação de Penman Modificada

Para o cálculo de ETo pela equação de Penman modificada, os seguintes dados são necessários: a) Informação básica sobre a estação climática, seu nome, altitude e latitude; b) Dados climáticos mensais sobre temperatura, umidade relativa, brilho solar diário e velocidade do vento.

Requerimento de Água da Cultura

A segunda opção de menu principal de CROPWAT permite calcular as necessidades de água da cultura. De acordo com a FAO (1989), esse elemento forma a parte central do CROPWAT e é subdividido em três partes distintas: a) entrada e processamento dos dados de evaporação e precipitação; b) entrada de dados da cultura e data de plantio; e c) cálculo e "output" dos requerimentos de água da cultura.

Para o cálculo dos requerimentos da cultura são necessários dados mensais de ETo e de precipitação.

A entrada de dados da cultura necessária para o cálculo dos requerimentos de água é feita com as seguintes informações: Comprimento, em dias, dos estádios de desenvolvimento; Coeficiente da cultura (Kc) para as fases inicial, intermediária e na colheita.

Para o cálculo do calendário de irrigação são requeridos os seguintes dados adicionais: Profundidade das raízes (D); Nível de depleção (P) - representa o nível crítico de umidade do solo no qual o estresse hídrico afeta a evapotranspiração e a produtividade da cultura; Coeficiente de resposta ao rendimento devido ao estresse hídrico.

Calendário de Irrigação

A parte do programa que calcula o calendário de irrigação somente pode ser usada após a utilização do programa que calcula os requerimentos de água da cultura.

O cálculo do calendário de irrigação é baseado no balanço hídrico, onde, numa base diária, o fluxo de água de entrada e saída (evaporação, chuva, irrigação) na zona das raízes do perfil do solo é monitorado. Para realização dos cálculos são necessários dados de evapotranspiração, precipitação, cultura e solo. Tais dados são: Requerimento de água da cultura, definido como as necessidades diárias da cultura; Os dados necessários ao cálculo do calendário de irrigação são a profundidade das raízes e o nível de depleção da umidade

do solo e os parâmetros do solo para o calendário de irrigação: conteúdo total da água disponível (TAM); o conteúdo inicial de umidade do solo (% TAM), indicativo do grau de secura do solo no início da estação de crescimento; Profundidade Máxima de Raízes.

Opções do Calendário de Irrigação

a - Opções de Tempo e de Aplicação
O usuário pode escolher as seguintes OPÇÕES de tempo e de aplicação segundo a Tabela 1.

Para a **AVALIAÇÃO E SIMULAÇÃO** de sistemas de irrigação a **opção 1** permite ao usuário definir os intervalos de irrigação, que podem ser, ou datas históricas de

TABELA 1 - Opções de tempo e de aplicações para irrigação segundo os objetivos desejados.

OBJETIVO	OPÇÕES DE	
	TEMPO	APLICAÇÕES
AVALIAÇÃO E SIMULAÇÃO	1. Cada irrigação definida pelo usuário.	1. Cada lâmina de irrigação é definida pelo usuário.
IRRIGAÇÃO ÓTIMA	2. Irrigação no nível de depleção CRÍTICA (100% RAM). 3. Irrigação abaixo ou acima da depleção CRÍTICA (% RAM).	2. Reencher o solo até a Capacidade de Campo (CC). 3. Reencher o solo até a Capacidade de campo (CC).
IRRIGAÇÃO PRÁTICA	4. Irrigação a intervalos fixos por estágio. 5. Irrigação a uma depleção fixa (mm).	4. Lâmina de irrigação fixa de acordo com o método.
IRRIGAÇÃO COM DÉFICIT	6. Irrigação a uma dada redução de ETcrop (%). 7. Irrigação a uma dada redução do rendimento (%).	
AGRICULTURA DE SEQUEIRO	8. Sem irrigação; somente precipitação.	

irrigações reais de campo, ou datas simuladas. Na **IRRIGAÇÃO ÓTIMA** não há restrições na disponibilidade do suprimento hídrico. Na **opção 2** a irrigação é realizada quando o nível crítico de umidade do solo é atingido, e a umidade prontamente disponível é utilizada, definida como 100% de utilização do RAM. Na **IRRIGAÇÃO PRÁTICA** o calendário de irrigação é ajustado ao método de irrigação e as condições de suprimento hídrico. Com a **opção 4** a lâmina de irrigação é aplicada em intervalos fixos, indicada em particular para sistemas gravitários com sistemas de distribuição d'água em rotação. Com a **opção 5**, a água é aplicada quando uma quantidade predeterminada de água foi consumida.

A **IRRIGAÇÃO COM DÉFICIT** objetiva restringir a água aplicada na irrigação minimizando as reduções no rendimento da cultura, em virtude de uma diminuição na disponibilidade da fonte hídrica. Na **opção 6**, a água é aplicada sempre que uma redução crítica na ET é atingida, predeterminada pelo usuário para cada estágio de desenvolvimento, em porcentagem da redução em ET.

Na **opção 1**, a lâmina de irrigação é especificada pelo usuário para cada intervalo de acordo com dados de campo ou simulados. A entrada de dados é feita em combinação com a **opção 1** das Opções de Tempo. Na **opção 2**, a lâmina aplicada leva o conteúdo de umidade do solo de volta a CC. Já com a **opção 3**, o conteúdo de água do solo é fixado num valor abaixo ou acima de CC. Útil para aplicar lavagens no controle da salinidade (acima de CC) ou para acomodar possíveis chuvas (abaixo de CC). Com a **opção 4** a lâmina é fixa pelo usuário.

ESTUDO DE CASO: IRRIGAÇÃO DO MILHO NO VALE DO CURU

Para aplicar o programa CROPWAT a um caso específico utilizaram-se resultados obtidos por SANTOS¹⁰.

O trabalho de pesquisa foi realizado no período de estiagem (julho a dezembro de 1985), na Fazenda Experimental do Vale do Curu (FEVC), pertencente ao Centro de

Ciências Agrárias da UFC, em Pentecoste-CE. O solo é reconhecido como aluvial eutrófico, com valores de CC de 0,289 cm³.cm⁻³ e 0,275 cm³.cm⁻³, para profundidades de 15 cm e 45 cm, respectivamente, e um valor de PM de 0,067 cm³.cm⁻³, a 15 atm, apresentando uma umidade disponível total (TAM) de 222 m/m.

SANTOS¹⁰ utilizou 4 híbridos duplos de milho (AG-162, AG-301, AG-352 e AG-401) plantados em 4 diferentes épocas (12/07, 26/07, 09/08 e 23/08) e submetidos a 4 níveis de potencial matricial do solo (-0,27 atm, -0,41 atm, -0,54 atm e -0,77 atm). Esses valores de potencial correspondem na curva característica do solo a conteúdos de umidade de 0,223 cm³.cm⁻³ (RAM = 30% de TAM), 0,187 cm³.cm⁻³ (RAM = 45% de TAM), 0,157 cm³.cm⁻³ (RAM = 60% de TAM) e 0,135 cm³.cm⁻³ (RAM = 70% de TAM).

Os dados do clima utilizados são do período 1966-1984, reportados por SANTOS¹⁰, e medidos pela Estação Agrometeorológica da FEVC. Determinou-se a evapotranspiração atual da cultura utilizando o método do balanço hídrico aplicado no tratamento I2 (Ym = -0,41; RAM = 45% de TAM) da época de plantio E₄ (plantio em 23/08/85).

Estes resultados foram utilizados para um estudo comparativo com a simulação feita com o CROPWAT.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Manejo Ótimo da Irrigação

O manejo ótimo da irrigação é aquele no qual o momento de irrigar é determinado pelo nível de depleção crítico, quando a planta utiliza 100% da RAM, aqui chamada de umidade prontamente disponível do solo, e a quantidade de água aplicada é suficiente para elevar o conteúdo de umidade do solo à CC. Teoricamente, a planta não sofre estresse, sendo a ET_c igual a ET máxima, ou seja, a planta usa água a uma taxa potencial.

O resultado da aplicação do CROPWAT é apresentado na Tabela 2, onde é apresentado o calendário de irrigação do híbri-

do AG-162, plantado em 12 de julho no Vale do Curu, com manejo ótimo da irrigação, quando 30% da umidade disponível total do solo é utilizada - o que corresponde a 100% do RAM. O "output" inclui informações sobre o calendário de irrigação, a água total utilizada e a produção, permitindo uma avaliação da eficiência do calendário. Pode-se observar que, inicialmente, há informações gerais sobre os dados utilizados com detalhes sobre a cultura, data de plantio e dados de solo, assim como as opções, ou critérios, para saber quando e quanto irrigar.

O calendário de irrigação com o manejo ótimo dá como resultado intervalos e lâminas de irrigação variáveis. Analisando a Tabela 2, observa-se que o intervalo de irrigação varia de 7 dias no estádio C, a 19 dias no início do ciclo, e a lâmina líquida varia entre 27,0 mm, no início do ciclo, e 45,8 mm no estádio C, quando a cultura requer mais água. A depleção da umidade do solo fica em torno de 30%, que foi a opção escolhida de quando irrigar. Os valores de TX e de ETa permanecem iguais a 100%, demonstrando que a cultura não sofreu estresse ($ETa = ET_{max}$). Como consequência não houve redução do rendimento por déficit hídrico e a tabela de redução do rendimento não é impressa. Além do mais, as perdas e déficits foram iguais a zero. A lâmina bruta total foi de 587 mm, sendo a lâmina líquida de 469,6 mm, para uma eficiência de aplicação de 80%. A eficiência do calendário é de 100%, indicando que o manejo ótimo é o mais adequado, conduzindo a um menor número de irrigações durante o ciclo vital. A desvantagem é que os intervalos e as lâminas são variáveis, o que do ponto de vista do irrigante não é aconselhável, já que o tempo de irrigação será variável.

O CROPWAT foi aplicado aos vários tratamentos de SANTOS¹⁰ e um resumo dos resultados obtidos estão na Tabela 3.

Como se observa, os turnos de rega são variáveis, sendo de 7 a 19 dias com 30% de depleção, e de 15 a 37 dias com 70% de depleção, para o plantio realizado em 12 de julho. Se o plantio é feito em 23 de agosto, esses valores são de 6 a 11 dias

para 30%, e de 15 a 24 dias para 70%, respectivamente. O mesmo ocorre com as lâminas, que variam entre 27 e 46 mm ao nível de 30%, e entre 71 a 98 mm com 70%, para a data de plantio de 12 de julho. Por outro lado, o número de irrigação varia de 12 (em 12/7) a 13 (em 23/8), com 30% de depleção, e 5 irrigações para 70%.

O reinício das irrigações a um nível de depleção da umidade do solo de maior valor - por exemplo, a 70% - menores deve, certamente, induzir a um uso de água pela cultura a menores taxas, isto é, ETa { ET_{max} , e portanto, deve provocar reduções no rendimento da cultura. Isto, no entanto, não é evidenciado pela Tabela 3, onde se observa que ETa não varia para diferentes níveis de depleção da umidade — por exemplo, $ETa = 518$ mm, para o plantio realizado em 12/7 — enquanto o nível de rendimento permanece em 100%. Para analisar o efeito do estresse hídrico na redução do rendimento para diferentes níveis de depleção da umidade do solo, tornando-se necessário correr o programa CROPWAT com as diferentes opções de manejo.

Para efeito comparativo entre os híbridos, a Tabela 4, apresenta o calendário de irrigação dos híbridos AG-301, 352 e 401, com plantio em 12/7, aos 30% de depleção da umidade. Na Tabela 5, estão os parâmetros básicos da irrigação para esses mesmos híbridos, nas 4 datas de plantio e para os 4 níveis de água do solo. Os resultados são muito aproximados, sendo as diferenças devido ao maior consumo de água dos híbridos AG-301, 352 e 401 — no caso, 543 mm, com plantio em 12/7 —, em comparação ao AG-162 (518 mm).

Manejo Prático da Irrigação

O manejo prático da irrigação refere-se ao uso de intervalos e lâminas constantes, para cada estágio do ciclo vital ou para toda a estação de desenvolvimento da cultura. Isto pode acarretar perdas, redução na taxa de evapotranspiração abaixo da ET_{max} e, conseqüentemente, na redução do rendimento. Com a aplicação do programa CROPWAT pode-se testar diferentes opções de manejo. No presente estudo foram

TABELA 2 - Calendário de Irrigação do Milho (Híbrido AG-162) plantado em 12 de julho no Vale do Curu com manejo ótimo da irrigação aos 30% de depleção da umidade disponível do solo.

Cultura: Milho							Data de plantio: 12 de julho				
Solo: franco-arenoso							Umidade disponível: 222 mm/m				
							Umidade inicial: 222 mm/m				
OPÇÃO DE MANEJO:											
Quando: Irrigação aplicada aos 100% de uso da água disponível											
Quanto: Irrigação até a capacidade de campo											
Eficiência de aplicação: 80%											
No. Ir-ri-ga-ção	In-ter-va-lo	D a t a (dias)	E s t a g o	D e p l e ç ã o (%)	T X (%)	ETA (%)	L L â m i a d a (mm)	D é f i c i t (mm)	P e r d a s (mm)	L B â r m u i t a (mm)	V U a n z i ã o á r i a (L/s/ha)
1	19	1 agost.	A	32	100	100	27.0	0	0	33.7	0.2
2	13	14 agost.	B	31	100	100	29.6	0	0	37.0	0.3
3	10	24 agost.	B	31	100	100	32.2	0	0	40.3	0.5
4	9	3 setem.	B	33	100	100	37.2	0	0	46.5	0.6
5	8	11 setem.	B	32	100	100	39.2	0	0	49.5	0.7
6	7	18 setem.	B	31	100	100	39.1	0	0	48.9	0.8
7	7	25 setem.	C	33	100	100	44.0	0	0	55.0	0.9
8	7	2 outub.	C	34	100	100	45.7	0	0	57.1	0.9
9	7	9 outub.	C	34	100	100	45.8	0	0	57.3	0.9
10	7	16 outub.	D	33	100	100	44.0	0	0	54.9	0.9
11	8	24 outub.	D	33	100	100	44.2	0	0	55.3	0.8
12	9	3 novem.	D	31	100	100	41.6	0	0	52.0	0.7
END	5	8 novem.	D	11	100	100					

Lâmina bruta total: 587.0 mm
Lâmina líquida total: 469.6 mm
Perdas: 0.0 mm

Precipitação total: 38.5 mm
Chuva efetiva: 33.5 mm
Perdas da Chuva: 5.0 mm

Déficit de umidade na colheita: 14.5 mm
Suprimento Líq. retenção do solo: 484.1 mm
ET real: 517.6 mm
ET potencial da Cultura: 517.6 mm
Eficiência do calendário: 100%
Deficiência do calendário: 0.0%

Requerimento real de irrigação: 484.1 mm
Eficiência de chuva: 87.0%

Não houve redução no rendimento por déficit hídrico

TABELA 3 - Parâmetros Básicos da Irrigação Determinados pelo CROPWAT para o Milho Híbridos AG-162 para 4 níveis de Depleção da Umidade do solo no Vale do Curu em Datas de Plantio (Manejo Ótimo).

Parâmetros da Irrigação	Depleção da Umidade (%)	Data de Plantio			
		12/7	26/7	9/8	23/8
Turno de Rega (dias)	30	7-19	6-13	6-11	6-11
	45	10-27	10-18	9-17	10-16
	60	13-33	13-25	13-22	13-21
	70	15-37	15-29	15-24	15-24
Lâmina (mm)	30	27-46	25-46	23-47	24-45
	45	43-66	38-67	36-66	37-67
	60	60-84	60-85	51-86	53-85
	70	71-98	67-98	63-96	64-95
No. de Irrigação	30	12	13	13	13
	45	8	8	9	9
	60	6	6	6	6
	70	5	5	5	5
Lâmina Bruta Total (mm)	30	587	616	610	606
	45	576	567	625	630
	60	571	563	552	559
	70	558	549	531	526
ETc (mm)	30	518	531	536	535
	45	518	531	536	535
	60	518	531	536	535
	70	518	531	536	535

feitos testes com o CROPWAT utilizando-se inúmeras combinações de lâminas intervalos fixos, até que se determine uma eficiência do calendário elevada (90%), combinado com pequenas reduções do rendimento da cultura (10%).

O resultado apresentado na Tabela 6, é típico de manejo prático, com ummm excesso de irrigação nos estágios iniciais (perdas entre 6,3 mm e 13,1 mm), sem estresse o que é representado por valores de TX e ETa iguais a 100%, e um nível de depleção de, no máximo, 37%. A partir do estágio III, mantidos fixos a lâmina e o turno de rega, a taxa de ET cai, chegando, aproximadamente, a metade da ET potencial, com TX variando entre 42 e 53%, no dia ante-

rior a irrigação, enquanto a ETa média no período varia entre 79 e 89%. Isto provoca déficits de água no solo que vão desde 13,2 mm até 78,7 mm. Observa-se que a ET real foi de 509 mm, enquanto que a ET potencial é de 535,3 mm, o que leva a uma eficiência do calendário de irrigação de 90,3%. As reduções no rendimento foram de 8,0% na fase II e de 7,6% na fase IV, com uma redução acumulada de 15,0%. Para o ciclo vital completo esta redução foi de 6,1%, o que significa queo rendimento relativo foi de 93,9% (Ya/Ymax). Considerando o resultado de SANTOS¹⁰ como sendo o rendimento potencial do milho para a região, em que para o híbrido AG-162, a média de produção de grãos das 4 épocas

TABELA 4 - Calendário de Irrigação do Milho (Híbridos AG-301 - 352 - 401) plantado em 12 de julho no Vale do Curu com manejo ótimo da irrigação aos 30% de depleção da umidade disponível do solo.

Solo: franco-arenoso							Data de plantio: 12 de julho				
							Umidade disponível: 222 mm/m				
							Umidade inicial: 222 mm/m				
OPÇÃO DE MANEJO:											
Quando: Irrigação aplicada aos 100% de uso da água disponível											
Quanto: Irrigação até a capacidade de campo											
Eficiência de aplicação: 80%											
No.	In-ter-va-lo	D	E	D	TX	ETA	L L	D	P	L B	V U
Ir-ri-ga-ção		a	s	e			â í	é	e	â r	a n
		t	t	p			m q	f	r	m u	z i
		a	á	l			i u	i	d	i t	ã t
			g	e			n i	c	a	n a	o á
			i	ç			a d	i	s	a	r
			o	ã			a	t			i
		(dias)		o	(%)	(%)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(L/s/ha)
1	19	1 ago.	A	31	100	100	27.3	0	0	34.1	0.21
2	12	13 ago.	B	32	100	100	32.4	0	0	40.5	0.39
3	9	22 ago.	B	32	100	100	35.8	0	0	44.7	0.58
4	8	1 set.	B	31	100	100	37.2	0	0	46.5	0.67
5	7	7 set.	B	32	100	100	40.5	0	0	50.7	0.84
6	7	14 set.	C	33	100	100	43.3	0	0	54.2	0.90
7	7	21 set.	C	34	100	100	45.8	0	0	57.2	0.95
8	7	28 set.	C	34	100	100	45.4	0	0	56.8	0.94
9	7	5 out.	D	34	100	100	45.0	0	0	56.2	0.93
10	7	12 out.	D	32	100	100	42.6	0	0	53.2	0.88
11	8	20 out.	D	33	100	100	43.4	0	0	54.3	0.79
12	9	29 out.	D	31	100	100	40.6	0	0	50.8	0.65
END	9	8 nov.	D	22	100	100					
Lâmina bruta total: 599.3 mm							Precipitação total: 38.5 mm				
Lâmina líquida total: 479.4 mm							Chuva efetiva: 34.0 mm				
Perdas: 0.0 mm							Perdas da Chuva: 4.6 mm				
Déficit de umidade na colheita: 29.4 mm											
Suprimento Líq. retenção do solo: 508.8 mm											
ET real: 542.8 mm							Requerimento real				
ET potencial da Cultura: 542.8 mm							de irrigação: 508.8 mm				
Eficiência do calendário: 100%							Eficiência de chuva: 88.1%				
Deficiência do calendário: 0.0%											
Não houve redução no rendimento por déficit hídrico											

TABELA 5 - Parâmetros Básicos da Irrigação Determinados pelo CROPWAT para o Milho Híbridos AG-301, 352, 401 para 4 níveis de Depleção da Umidade do solo no Vale do Curu em 4 Datas de Plantio (Manejo Ótimo).

Parâmetros da Irrigação	Depleção da Umidade (%)	Data de Plantio			
		12/7	26/7	9/8	23/8
Turno de Rega (dias)	30	7-19	7-13	6-11	6-10
	45	10-27	9-19	9-16	10-15
	60	13-32	13-25	12-21	13-20
	70	15-35	15-29	15-25	15-24
Lâmina (mm)	30	27-46	25-47	26-46	24-46
	45	46-65	41-63	36-65	37-65
	60	63-85	58-85	55-84	54-86
	70	75-97	72-99	67-100	66-99
No. de Irrigação	30	12	13	14	13
	45	8	9	9	9
	60	6	6	7	7
	70	5	5	6	6
Lâmina Bruta Total (mm)	30	600	633	671	625
	45	598	651	644	645
	60	587	571	667	671
	70	565	563	665	662
ETc (mm)	30	543	557	563	563
	45	543	557	563	563
	60	543	557	563	563
	70	543	557	563	563
Eficiência do Calendário (%)	30	100	100	100	100
	45	100	100	100	100
	60	100	100	100	100
	70	100	100	100	100
Eficiência da Chuva (%)	30	88	88	92	85
	45	90	80	87	89
	60	90	86	93	73
	70	89	94	98	82
Nível de rendimento (%)	30	100	100	100	100
	45	100	100	100	100
	60	100	100	100	100
	70	100	100	100	100

TABELA 6 - Calendário de Irrigação do Milho (Híbridos AG-162) plantado em 23 de agosto no Vale do Curu com manejo de Irrigação Prático 10 dias de intervalo nos estágios I, II e IV e 5 no estágio III (lâmina de 40 mm).

Solo: franco-arenoso							Data de plantio: 23 de agosto				
							Umidade disponível: 222 mm/m				
							Umidade inicial: 222 mm/m				
OPÇÃO DE MANEJO:											
Quando: Fixado Intervalos de 10 (A)/ 10 (B)/ 10 (C)/ 10 (D) dias.											
Quanto: Fixado Irrigação Bruta de 40 mm.											
Eficiência de aplicação: 80%											
No. Ir-ri-ga-ção	In-ter-va-lo	D a t a (dias)	E s t a d o g i o	D e p l i c a ç ã o (%)	T X (%)	E T A (%)	L L â í m q u i n i d a (mm)	D é f i c i t (mm)	P e r d a s (mm)	L B â r m u i t a (mm)	V U a n z i t ã o á r i a (L/s/ha)
1	10	3 set.	A	35	100	100	40.0	0	13.1	50.0	0.58
2	10	13 set.	A	32	100	100	40.0	0	12.5	50.0	0.58
3	10	23 set.	A	31	100	100	40.0	0	11.2	50.0	0.58
4	10	3 out.	B	33	100	100	40.0	0	6.3	50.0	0.58
5	10	13 out.	B	37	100	100	40.0	2.3	0	50.0	0.58
6	10	23 out.	B	44	100	100	40.0	13.2	0	50.0	0.58
7	10	3 nov.	B	55	100	100	40.0	32.7	0	50.0	0.58
8	10	13 nov.	C	73	100	100	40.0	57.7	0	50.0	0.58
9	10	23 nov.	C	86	53	89	40.0	75.2	0	50.0	0.58
10	10	3 dez.	D	89	42	79	40.0	78.7	0	50.0	0.58
11	10	13 dez.	D	85	53	85	40.0	73.8	0	50.0	0.58
12	6	19 dez.	D	65	100	100					
Lâmina bruta total: 550.0 mm							Precipitação total: 31.0 mm				
Lâmina líquida total: 440.0 mm							Chuva efetiva: 25.6 mm				
Perdas: 43.0 mm							Perdas da Chuva: 5.4 mm				
Déficit de umidade na colheita: 86.4 mm											
Suprimento Líq. retenção do solo: 526.4 mm											
ET real: 509.0 mm							Requerimento real				
ET potencial da Cultura: 535.3 mm							de irrigação: 438.4 mm				
Eficiência do calendário: 92.2%							Eficiência de chuva: 82.5%				
Deficiência do calendário: 4.9%											

REDUÇÕES NO RENDIMENTO	A	B	C	D	Estação Completa
Reduções em ETC	0	0	6.2	15.3	4.9%
Fator de Resposta ao Rendimento	0.4	0.4	1.3	0.5	1.25%
Reduções em Rendimento	0	0	8	7.6	6.1%
Reduções Acumuladas	0	0	8	15.0	

TABELA 7 - Parâmetros Básicos da Irrigação Determinados pelo CROPWAT para o Milho Híbrido AG-162 plantado em 23 de agosto com o Manejo Prático (Lâmina e Turno de Rega Fixos).

Parâmetros Básicos da Irrigação	Intervalos de Irrigação (dias)			
	9-5*	10-7	12-8	10
Lâmina (mm)	40	40	40	40
No. de Irrigações	14	12	10	11
Lâmina Bruta Total (mm)	700	600	500	550
ETc (mm)	535	528	500	509
Eficiência do Calendário (%)	87.8	91	94.8	90.2
Eficiência da Chuva (%)	97.7	82.5	93.8	82.5
Nível de Rendimento (%)	100	98.4	91.7	93.9

* O valor menor (por exemplo 5) é o intervalo de irrigação no estágio III do ciclo da cultura; o valor maior (9) é o intervalo fixo nos demais estágios.

de plantio alcançou um valor de 6.484 kg/ha, o rendimento real seria de 6.100 kg/ha, de acordo com a relação Y_a/Y_{max} obtida com o modelo.

Com o objetivo de observar o efeito da variação do intervalo de irrigação, com manejo prático, sobre a eficiência do calendário de irrigação e do uso de água pela cultura do milho, o programa CROPWAT foi testado com diferentes opções de manejo. A Tabela 7 apresenta o resultado de 4 desses testes, com as seguintes opções: (1) turno de rega de 9 dias nas fases I, II, IV e de 7 dias na fase III; (3) turno de 12 dias nas fases I, II, IV e de 8 dias na fase III; e, (4) turno de 10 dias em todas as fases. Uma lâmina constante de 40 mm foi utilizada em todos os casos.

Os resultados demonstram que a menor eficiência do calendário é para o caso do intervalo de 599 dias; sem que ocorra redução do rendimento; porém, a lâmina bruta total é maior com o maior número de irrigações (14 no total). Por outro lado, pode-se irrigar com um calendário de 10 dias, com uma economia de 150 mm de água

(1.500 m³/ha), sendo que a eficiência do calendário é de 90,2% e o nível de rendimento é de 93,0%; este último caso é o mais prático.

Comparação entre os Resultados Obtidos e Simulados

SANTOS¹⁰ apresenta os valores médios de duas repetições dos elementos básicos da irrigação dos 4 tratamentos de irrigação por ele estudados, em 4 diferentes épocas de plantio. Para efeito comparativo entre aqueles parâmetros experimentais determinados por SANTOS e a simulação feita pelo CROPWAT, considerou-se a época de plantio E₄ (23/8) com os 4 níveis de irrigação: I₁ (30% de depleção), I₂ (45%), I₃ (60%) e I₄ (70% de depleção).

SANTOS¹⁰ aplicou uma lâmina de irrigação de 994 mm, com turno de rega de 4 dias em 22 irrigações, no tratamento I₁; para os demais tratamentos a lâmina aplicada foi de 883,2 mm com turno de 7 dias em 14 irrigações, correspondente ao I₂; 726,1 mm com intervalo de 9 dias em 10 irriga-

ções, para I₃; e, 624,4 mm com turno de 15 dias, em 6 irrigações, para I₄.

As simulações com CROPWAT indicaram que o milho pode ser irrigado, nessa região, com intervalo fixo de 10 dias e lâmina de 40 mm em cada irrigação, o que corresponde a uma lâmina bruta total de 550 mm, com eficiência de 80%, em 11 irrigações durante o ciclo. Estes resultados são comparáveis ao tratamento I₃ de SANTOS¹⁰, com 90% de eficiência, correspondendo a uma lâmina bruta de 726,1 mm, isto é, 176,1 mm acima do valor simulado. Considerando que este valor de eficiência utilizado é de difícil obtenção, na prática, e aplicando-se a seus resultados uma eficiência de 80%, como na simulação, sua lâmina bruta seria da ordem de 817 mm, ou seja, 2.670 m³/ha acima do valor simulado.

CONCLUSÕES

- 1 - A aplicação do CROPWAT, para simular calendários de irrigação ótimo, resulta em um menor número de irrigações em que não ocorre redução do rendimento. No entanto, o turno de rega e as lâminas são variáveis, o que do ponto de vista do irrigante não é recomendável, pois isto leva a tempos de irrigação diferentes em cada irrigação. A comparação dos calendários ótimo dos 2 grupos de híbridos apresentam resultados bastante aproximados.
- 2 - Um modelo de manejo computadorizado da irrigação, como o CROPWAT, permite testar diferentes opções de manejo. Os resultados da aplicação e análise de vários testes com a opção de manejo prático, demonstraram que o milho no Vale do Curu pode ser irrigado com um intervalo de 10 dias, com lâmina líquida de 40 mm em cada irrigação, em 11 irrigações. Se o sistema de irrigação for 80% eficiente, a lâmina bruta total será de 550 mm. Esse manejo induz um nível de rendimento de 93,9%, para híbridos AG-162 e de 82,1% para o AG-301 e demais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. DE GÕES CALMON, R.G. Vadas. N.C. Rego e D. Raes. Computer Support Systems for Irrigation Scheduling Example: Pirapora Project (Brazil). Laboratory of Land and Management, K.V. Delven, Belgium, 8p. 1989.
2. FAO. Manual CROPWAT. M. Smith, AGLW, Rome. 1989.
3. HAGAN, R.M. e HAISE, H.R. Soil, Plant and Evaporative Measurements as a Criteria for Scheduling Irrigation. In: Irrigation of Agricultural Lands. Agronomy II: 579-604. 1967.
4. HULSMAN, R.B. Irrigating by Microcomputer. Applied Agricultural Research. 1(2):73-81. 1986.
5. JAMES, L.G. Principles of Farm Irrigation System Design. New York. John Wiley and Sons, 1988.
6. JENSEN, M.E. Scheduling with Computers. J. Soil Water Conservation. 24:193-195, 1969.
7. JENSEN, M.F., C.N. Robb e C.E. Franzoy. Scheduling Irrigation Using Climate - Crop - Soil Data. J. Irr. and Drain. Div. Proc. ASCE, Vol. 96. March, 1970.
8. MIYAMOTO, S.A. Model for Scheduling Pecan Irrigation with Computers. Trans. ASAE. 456-462, 1984.
9. SALAZAR, L.; G.H. Hargreaves e R.K. Stutler. Irrigation Scheduling Manual. Logan, Utha. International Irr. Center, 1987.
10. SANTOS, L.M.F. Efeito da Época de Plantio e do Potencial Matricial na Produtividade de Híbridos de Milho (Zea mays, L.) Cultivados sob regime de Irrigação. Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 109p, 1986. (Dissertação de Mestrado).
11. SMITH, M. Use of Computers in Consumptive Water Use and Irrigation Scheduling. In: Tenth Session Regional Commission on Land and Water Use in the Near East, Amman, Jordan, dez., 1989.

12. XEVI, E. e J. Feyen. Combined Soil Water Dynamic Model (SWATRER) and Summary Crop Simulation Model (SUCROS). Belgium Laboratory of Land Management, 1989, 18p.

ESTUDOS DE PARÂMETROS PARA AVALIAÇÃO DE IRRIGAÇÃO POR SULCOS ABERTOS EM DECLIVE UTILIZANDO UM MODELO ALGÉBRICO¹

Roberto Vieira Pordeus²
Francisco de Souza³

RESUMO

Foi desenvolvida uma análise da irrigação por sulcos aplicando um modelo algébrico, para estudar as relações entre os fatores de forma do perfil superficial e subsuperficial sobre a curva de avanço de água nos sulcos e a influência de recessão sobre a distribuição das lâminas infiltradas, na irrigação por sulcos. O estudo foi realizado com dados de campo obtidos em experimentos realizados anteriormente. O resultado do estudo dos fatores de forma superficial e subsuperficial sobre o avanço da água, e de recessão, foram avaliados pela comparação dos resultados com aqueles obtidos pela aplicação de um modelo mais complexo (modelo hidrodinâmico não linear) e com dados de campo. Tais resultados mostraram a viabilidade do uso de recessão instantâneo inicial na cabeceira do sulco, e da aplicabilidade dos fatores de forma superficial e subsuperficial estimados, no cálculo do avanço da água nos sulcos.

PALAVRAS-CHAVE: Irrigação por sulcos, modelo algébrico.

SUMMARY

This work deals with an application of a furrow irrigation model. Some aspects were analyzed: the relationship between shape factors and advance curve; the influence of recession on ultimate infiltrated profile; and application of a parabolic equation to calculate the wetted perimeter and to verify its influence on furrow irrigation. The study used field data obtained previously. The results were compared to a more advance model

(hydrodynamic model), and with field data, and demonstrate the adequate use of instantaneous recession, and the applicability of shape factors to estimate water advance.

KEY WORDS: Furrow, modeling, irrigation.

INTRODUÇÃO

Na irrigação por superfície decorre um intervalo de tempo para que a água percorra do início até o final da parcela. Na realidade, uma irrigação superficial completa, considerando-se o evento desde o instante da adução até o desaparecimento total da água de sulco ou faixa, é composta de várias fases. Conforme BASSET e FITZSMONS²; STRELKOFF¹³ e SOUZA^{10,11,12}, as fases de irrigação por sulcos são: avanço, armazenamento, depleção e recessão.

Nas últimas décadas vários modelos foram apresentados para simular a irrigação por superfície, sendo classificados em hidrodinâmicos, zero-inércia, onda cinemática, e os mais simplificados, baseados no balanço de volume.

BASSET² apresentou um modelo hidrodinâmico do avanço da água em faixa de irrigação; este autor estendeu esse modelo para todas as demais fases da irrigação. KATOPODES e STRELKOFF⁶ propuseram um modelo hidrodinâmico completo, isto é, representando todas as fases da irrigação por faixa.

1 Parte da Dissertação apresentada pelo primeiro autor no Mestrado em Agronomia - Irrigação e Drenagem no CCA/UFC.

2 Engenheiro Agrícola, Secretaria de Recursos Hídricos do Ceará.

3 Professor do Centro de Ciências Agrárias da UFC.

Segundo SOUZA¹¹ a análise da irrigação por sulcos é mais difícil do que a por faixas devido a complexidade introduzida pela forma de sulco e suas relações com a taxa de infiltração. Segundo este autor, poucas tentativas foram feitas para desenvolver um modelo da irrigação por sulcos.

DAVIS³ e WILKE e SMERDON¹⁴ usaram o enfoque do balanço de volume, com a hipótese da lâmina normal, para determinar o avanço da água em sulcos; WILKE (1968) estudou a hidrodinâmica dos sulcos; SOUZA¹⁰ estabeleceu um modelo hidrodinâmico da irrigação por sulcos, apesar de serem complexos e caros. Os modelos hidrodinâmicos são importantes porque estabelecem um padrão de comparação para os modelos simplificados, isto é, os modelos de balanço de volume e zero inércia.

LEVIEN⁷ desenvolveu um modelo algébrico que simula o processo completo da irrigação por sulcos. Seu modelo pode ser usado para analisar e prever o desempenho de um sistema de irrigação por sulcos em declive com drenagem livre. Utilizou a equação da conservação da massa com a hipótese de que a lâmina de irrigação é a lâmina de fluxo uniforme (lâmina normal). O desempenho do modelo de LEVIEN foi avaliado pelas comparações dos resultados com aqueles obtidos pela aplicação de um modelo matemático mais complexo, modelo hidrodinâmico não linear de SOUZA¹⁰, e com dados de campo. Tais resultados demonstraram a viabilidade da aplicação do modelo, bem como a validade das hipóteses utilizadas para o desenvolvimento do mesmo.

Especificamente, o objetivo deste estudo é aplicar o modelo algébrico simplificado de LEVIEN⁷, bem como, analisar o efeito dos fatores de forma, sobre a curva de avanço da água nos sulcos e o efeito da recessão sobre o perfil de infiltração, e os parâmetros da irrigação por sulcos.

MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia utilizada no presente trabalho propõe-se a analisar a influência dos fatores de forma dos perfis superficial e sub-

superficial no avanço, a influência da recessão sobre a distribuição do perfil de infiltração, e conseqüentemente, na eficiência de aplicação e distribuição da água na irrigação.

I. Fase de Avanço

Segundo SOUZA¹⁰, a equação básica de balanço de volume é expressa por:

$$x_a = \frac{Q.t}{A_0.r_y + A_{z0}.r_z} \quad (1)$$

onde: x_a = distância para a qual a água avança durante o intervalo de tempo t .

$Q.t$ = volume aplicado, durante o tempo t .

A_0 = área da seção transversal do fluxo na entrada do sulco.

A_{z0} = volume infiltrado na cabeceira do sulco por unidade de comprimento.

r_y, r_z = fatores de forma dos perfis superficial e subsuperficial; com $r_{y1} = 0,70$ e $r_{y2} = 0,75$; $r_{z1} = 0,75$ e $r_{z2} = 0,80$.

Esta equação será utilizada para estimar o avanço da água nos sulcos.

a) Cálculo dos fatores de forma segundo SOUZA¹⁰

No modelo hidrodinâmico SOUZA^{10,12} considera que as equações seguintes podem ser utilizadas para calcular os fatores r_y e r_z para a célula situada na extremidade de frente de avanço da água nos sulcos.

$$r_{y3} = \frac{1}{B(M+1) + 1} \quad (2)$$

$$r_{z3} = \frac{1}{BM + a + 1} \quad (3)$$

onde: $B = \text{constante} = 3/7$.

$M =$ expoente da equação da forma do sulco.

$a =$ expoente da equação de infiltração de Kostiakov.

Estes fatores de forma, neste trabalho, são assumidos para toda frente de avanço da água nos sulcos.

b) Cálculo dos fatores de forma segundo FOK-BISHOP⁴

FOK E BISHOP⁴, usaram em sua técnica de balanço de volume para estimar a taxa de avanço em faixa e sulcos, as seguintes equações para os fatores de forma dos perfis superficial e subsuperficial.

$$r_{y4} = \frac{1}{1+h} \quad (4)$$

$$r_{z4} = \frac{F}{a+1} = h$$

$$\left[\frac{1}{h} - \frac{a}{1+h} + \frac{a(a-1)}{(2+h)2!} - \frac{a(a-1)(a-2)}{(3+h)3!} + \dots \right] \quad (5)$$

onde: $h = e^{-0,6a}$ (constante empírica da equação de FOK e BISHOP).

$F =$ valor obtido do monograma de KIEFFER.

No presente trabalho, os valores obtidos com estas equações são utilizados para avaliar sua influência sobre o avanço da água nos sulcos.

c) Área da Seção Transversal do Fluxo

Para sulcos de irrigação de forma parabólica, a área da seção transversal, A_0 , é dada pela expressão:

$$A_0 = \frac{B \cdot Y_n}{(M+1)} \quad (6)$$

$$\text{em que: } B = C \cdot Y_n^M$$

onde: $B =$ largura da superfície livre da água;
 C e $M =$ constante.

$Y_n =$ lâmina normal na cabeceira do sulco.

A lâmina normal, Y_n , que para dado sulco é função de vazão Q , ou seja, $Y_0 = Y_n(Q_0)$.

II. Fase de Recessão

Nos itens seguintes apresentam-se as três hipóteses utilizadas para o cálculo da recessão.

a) Tempo de Recessão Igual ao Tempo de Aplicação da Água (Hipótese I)

Considera-se o tempo de recessão é igual ao tempo de aplicação da água, o que significa que a curva de recessão é uma reta paralela ao eixo das abscissas.

Nesta situação:

$$T_r = T_{co} \quad (7)$$

b) Tempo de Recessão Superior ao Tempo de Aplicação (Hipótese II)

LEVIEN⁷ obteve a seguinte expressão para o cálculo do início da recessão:

$$t_r = t_{co} + \frac{A_0}{(M+2)} \cdot \frac{L}{Q_0} \quad (8)$$

onde: $A_0 =$ área da seção transversal do sulco.

$L =$ comprimento do sulco.

$M =$ constante

$Q_0 =$ vazão aplicada ao sulco.

Esta é a equação que determina o início da recessão, ou seja, a recessão na cabeceira do sulco, e é considerada neste trabalho como a segunda maneira de estimar a recessão, admitindo que graficamente a recessão é uma reta paralela ao eixo das abscissas.

c) Curva de Recessão (Hipótese III)

A seguinte equação foi desenvolvida por LEVIEN⁷, para a determinação da curva de recessão, é dada por:

$$t = t_r + \frac{S_y}{\{[3 G^{3/2} \cdot L]^{1/3} - 3 \text{ ATN} (G^{3/2} \cdot L)^{1/3} - [3(G^{3/2} \cdot l)^{1/3} - 3 \text{ ATN} (G^{3/2} \cdot l)^{1/3}]\}} \quad (9)$$

Sendo: t = tempo no qual a água desapareceu no ponto x_r .

L = comprimento do sulco.

t_r = tempo de início da recessão.

S_y = declividade da superfície da água.

I = taxa de infiltração média.

$$I = \frac{l(t_r) + l(t_r - t_{av})}{2} \quad (10)$$

I = porção inundada da faixa.

G = constante.

$$G = \frac{C_u S_o^{1/2} \cdot S_y^{5/3}}{n \cdot l} \quad (11)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para analisar o efeito dos fatores de forma do perfil superficial (r_{y1} , r_{y2} , r_{y3} , r_{y4}) e subsuperficial (r_{z1} , r_{z2} , r_{z3} , r_{z4}) e da curva de recessão sobre a *performance* de um sistema de irrigação por sulcos abertos em declive, foram utilizados dados de cam-

po obtidos em experimentos realizados por Ramsey e KARMELI¹⁵ em três diferentes localidades (Horticultura, Stieben e Benson). Estes dados foram escolhidos pela acuracidade com que foram obtidos e por representarem condições diversas em relação aos vários parâmetros. (TABELA 1).

Efeitos dos Fatores de Forma do Perfil Superficial e Subsuperficial Sobre o Avanço.

Para estudar a influência dos fatores sobre a curva de avanço foram utilizados valores estimados e calculados, os quais são apresentados na TABELA 2. Os fatores de forma estimados são constantes para os quatro exemplos analisados, isto é, $r_{y1} = 0,70$; $r_{z1} = 0,75$; $r_{y2} = 0,75$ e $r_{z2} = 0,80$.

Os fatores de forma calculados r_{y3} e r_{z3} apresentavam valores semelhantes para os diferentes exemplos. Neste caso, r_{y3} variou entre 0,60 e 0,66, enquanto r_{z3} variou entre 0,48 e 0,61. (TABELA 2).

Os fatores r_{y4} e r_{z4} (propostos por FOK e BISHOP⁴ apresentam valores aproximados nos quatro exemplos, para perfil superficial, r_{y4} , porém muito inferior aos valores estimados. No entanto, os valores do perfil subsuperficial, r_{z4} tendem a ser comparáveis aos valores estimados. Há uma excessão para o exemplo 3 Stieben. Neste caso r_{y4} variou entre 0,51 e 0,57, enquanto r_{z4} variou entre 0,57 e 0,77.

O fator de forma r_y representa a relação entre a área (ou volume de água) do perfil superficial e o respectivo retângulo circunscrito, enquanto que o fator de forma r_z é a relação entre a água (volume infiltrado) do perfil subsuperficial e o retângulo circunscrito. Desse modo, um valor de r_y igual a 0,50, por exemplo, representaria uma forma triangular para o avanço da água, enquanto se r_y fosse igual a 1,0m o avanço seria retangular, o que é fisicamente impossível.

Da TABELA 2, observa-se que os valores de r_{y3} e r_{z3} obtidos segundo SOUZA¹⁰ para o exemplo 3 Stieben, são, respectivamente, 0,60 e 0,48. Isto indica que a utilização da equação 2 para calcular r_{y3} , implica em que o avanço apresenta uma for-

TABELA 1 - Dados de Campo Utilizados na Análise da Irrigação por Sulcos.

Parâmetros	E X E M P L O S			
	No. 1 Ramsey	No. 2 Horticulture	No. 3 Stieben	No. 4 Benson
Qo (L/s)	1,33	0,81	0,59	1,61
So (m/m)	0,001032	0,0036	0,0098	0,0045
L (m)	100	175	350	625
tco(min)	208	202	696	698
K(cm/mina)	0,98	0,77	8,17 x 10-3	0,39
a	0,50	0,55	0,87	0,44
n	0,022	0,020	0,15	0,25
E (m)	1,0	1,12	1,12	1,54
C	1,091	0,61	1,9087	1,307
M	0,4539	0,22	0,5445	0,4498

TABELA 2 - Fatores de forma superficial (ry) e subsuperficial (rz) estimados, e encontrados com a equação de SOUZA, e com a equação de FOK-BISHOP.

Exemplos	ESTIMADOS				(SOUZA10)		(FOK-BISHOP4)	
	ry1	rz1	ry2	rz2	ry3	rz3	ry4	rz4
1-Ramsey	0,70	0,75	0,75	0,80	0,61	0,59	0,54	0,77
2-Horticulture	0,70	0,75	0,75	0,80	0,66	0,61	0,57	0,74
3-Stieben	0,70	0,75	0,75	0,80	0,60	0,48	0,53	0,57
4-Benson	0,70	0,75	0,75	0,80	0,62	0,61	0,51	0,71

TABELA 3 - Valores dos tempos de recessão (min) encontrados com as três hipóteses, e os dados de campo.

Exemplos	Hipótese I Sulco		Hipótese II Sulco		Hipótese III Sulco		Campo Sulco	
	início	final	início	final	início	final	início	final
1-Ramsey	208	208	213	213	213	233	215	235
2-Horticulture	202	202	209	209	209	224	202	222
3-Stieben	696	696	734	734	734	914	698	731
4-Benson	698	698	789	789	789	1.165	699	747

ma próxima a triangular. A consequência fundamental deste resultado é que as distâncias de avanço calculadas pelo modelo de LEVIEN⁷, com r_{y3} e r_{z3} , deverão ser muito maiores considerando o mesmo tempo, quando comparados com aqueles calculados com os valores estimados, r_{y1} e r_{z1} . Este fato baseia-se no princípio do balanço de volume, que é fundamento do modelo algébrico (LEVIEN⁷).

É importante observar que as equações 2 e 3, propostas por SOUZA¹⁰, para calcular os fatores de forma para a célula na extremidade da frente de avanço de um modelo hidrodinâmico estão sendo utilizados para todo o perfil de um avanço em um tempo relativamente grande.

A aplicação da equação 4 para o cálculo de r_{y4} mostra que o perfil superficial é, aproximadamente, triangular. No entanto, a equação 5 apresenta uma melhor estimativa para a forma do perfil infiltrado. Apenas no caso do exemplo Nº.3 Stieben obteve-se $r_{z4} = 0,57$, o perfil infiltrado se aproxima da forma triangular (TABELA 2).

É importante observar que os valores de r_{y3} e r_{y4} , r_{z3} e r_{z4} , calculados para os vários exemplos são menores do que os valores estimados ($r_{y1} = 0,70$ e $r_{z1} = 0,75$; $r_{y2} = 0,75$ e $r_{z2} = 0,80$) adotados pelo autor. Isto implica em distâncias de avanço maiores, para o mesmo tempo, devido ao princípio de balanço de volume.

As FIGURAS 1,2,3 e 4 apresentam as curvas de avanço medidas no campo e calculadas para os quatro exemplos estudados, e servem para mostrar o efeito dos fatores de forma do perfil superficial (r_{y1} , r_{y2} , r_{y3} e r_{y4}) e subsuperficial (r_{z1} , r_{z2} , r_{z3} e r_{z4}) sobre a distância de avanço da água nos sulcos abertos em declive.

Observando-se estas figuras nota-se que o tempo final de avanço tende a superestimar os dados de campo, quando se utiliza a equação da distância de avanço de LEVIEN⁷, com os fatores estimados, r_{y1} , r_{z1} e r_{y2} , r_{z2} . Entretanto, nota-se que essa diferença diminui gradualmente com a redução da distância.

Com relação a distância de avanço calculada com r_{y3} e r_{z3} , nota-se nas FIGU-

RAS 1,2,3 e 4 que o tempo do avanço é subestimado quando comparado aos dados obtidos em campo. Observa-se que à medida que se aproxima da cabeceira do sulco essa diferença decresce mas sempre com valores subestimados do tempo para uma mesma distância.

No caso dos exemplos 1 e 2 pode-se observar que o tempo final do avanço calculado com r_{y4} e r_{z4} , propostos por FOK-BISHOP⁴ é subestimado em 8,6% e 5,7%, respectivamente. Enquanto que nos exemplos 3 e 4 o tempo final do avanço é subestimado em aproximadamente 39% e 15%, respectivamente.

Com relação as quatro curvas de avanço calculadas com o modelo de LEVIEN⁷, para os quatro exemplos estudados as que mais se aproximam aos dados de campo são as obtidas com os fatores de forma estimados ($r_{y1} = 0,70$; $r_{z1} = 0,75$; $r_{y2} = 0,75$ e $r_{z2} = 0,80$).

Efeitos da Recessão Sobre o Perfil de Infiltração da Irrigação por Sulcos.

Os valores dos tempos de recessão no início e no final do sulco segundo as três hipóteses analisadas e os valores obtidos em campo constam na TABELA 3.

Nas FIGURAS 5, 6, 7 e 8 traçaram-se as curvas de avanço, recessão e perfil de infiltração segundo as três hipóteses de recessão e dados de campo.

A recessão igual ao tempo de aplicação, R_1 , apresenta valores inferiores aos de campo nos diferentes exemplos estudados. Nos exemplos 3 Stieben e 4 Benson recessão no início do sulco aproxima-se dos dados de campo (FIGURAS 7 e 8), no entanto, à medida que se distancia da cabeceira essa diferença cresce. Com a recessão R_1 , o perfil de infiltração é subestimado nos quatro exemplos estudados.

A recessão na cabeceira, R_2 , obtida com a equação 8, apresenta valor inferior ao de campo nos exemplos 1 Ramsey e 2 Horticulture e os valores superiores ao de campo nos exemplos 3 Stieben e 4 Benson no entanto, a medida que se aproxima do final do sulco, a diferença desta recessão, para os dados de campo decresce.

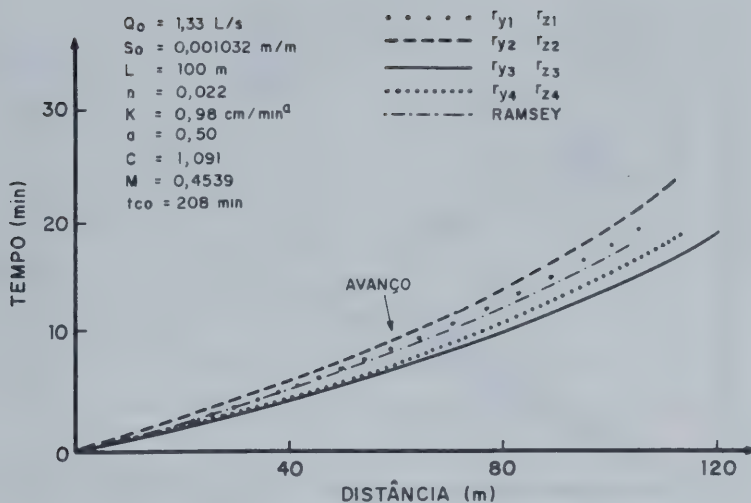


FIGURA 1

Curvas de avanço calculadas pelo modelo algébrico, com fatores de forma variados comparados com dados observados (dados de Ramsey), sulco com comprimento de 100m.

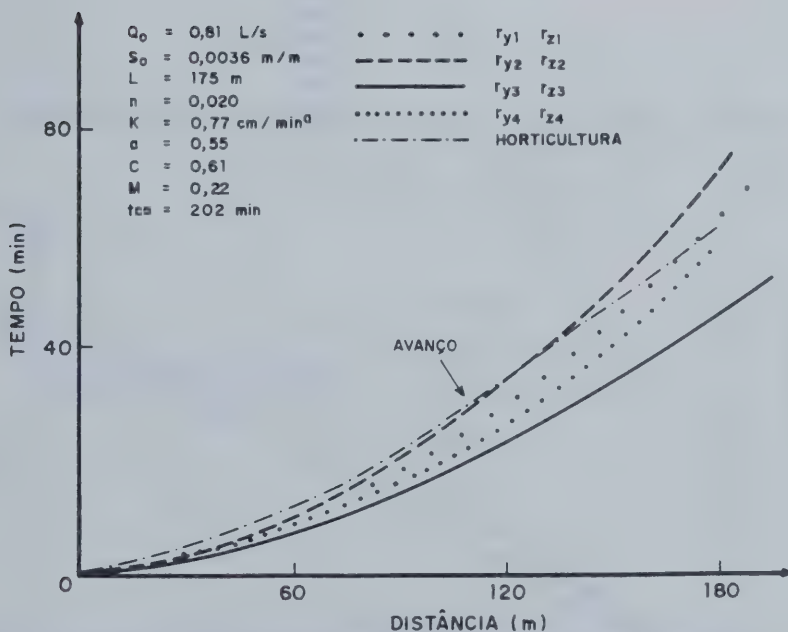


FIGURA 2

Curvas de avanço calculadas pelo modelo algébrico, com fatores de forma variados, comparados com dados observados (dados de Horticulture), sulco com comprimento de 175m

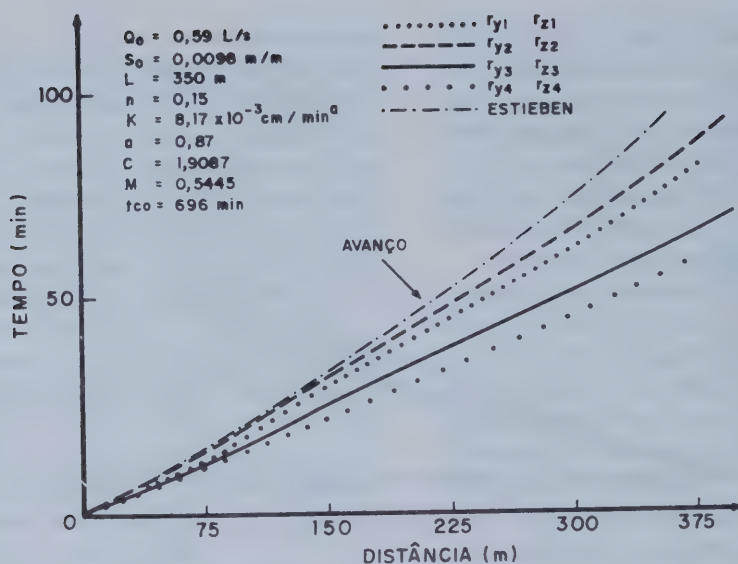


FIGURA 3

Curvas de avanço calculadas pelo modelo algébrico com fatores de forma variados comparados com dados observados (dados de Stieben), sulcos com comprimento de 350m

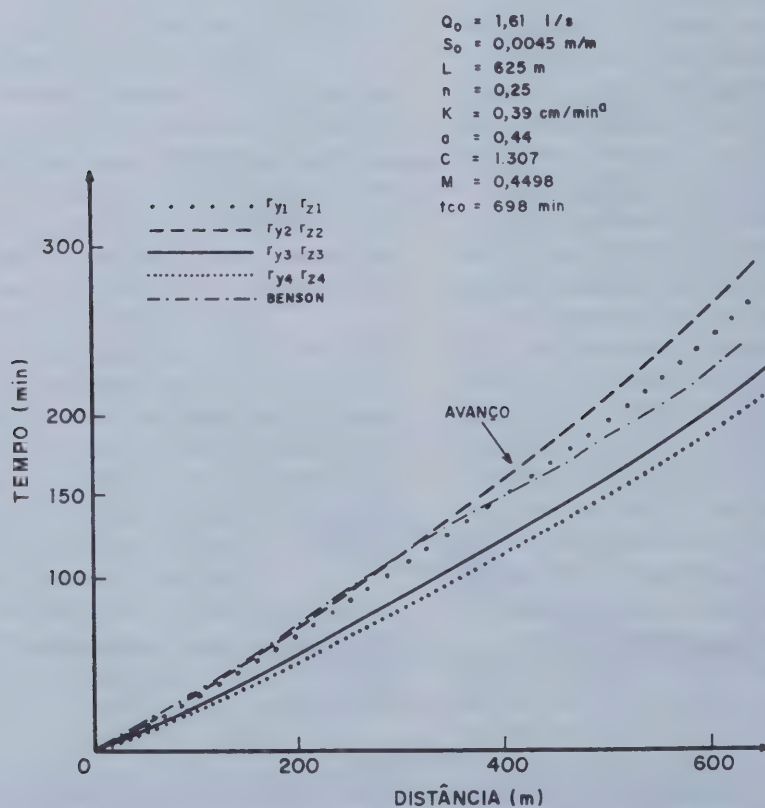


FIGURA 4

Curvas de avanço calculadas pelo modelo algébrico com fatores de forma variados comparados com dados observados (dados de Benson), sulcos com comprimento de 625m

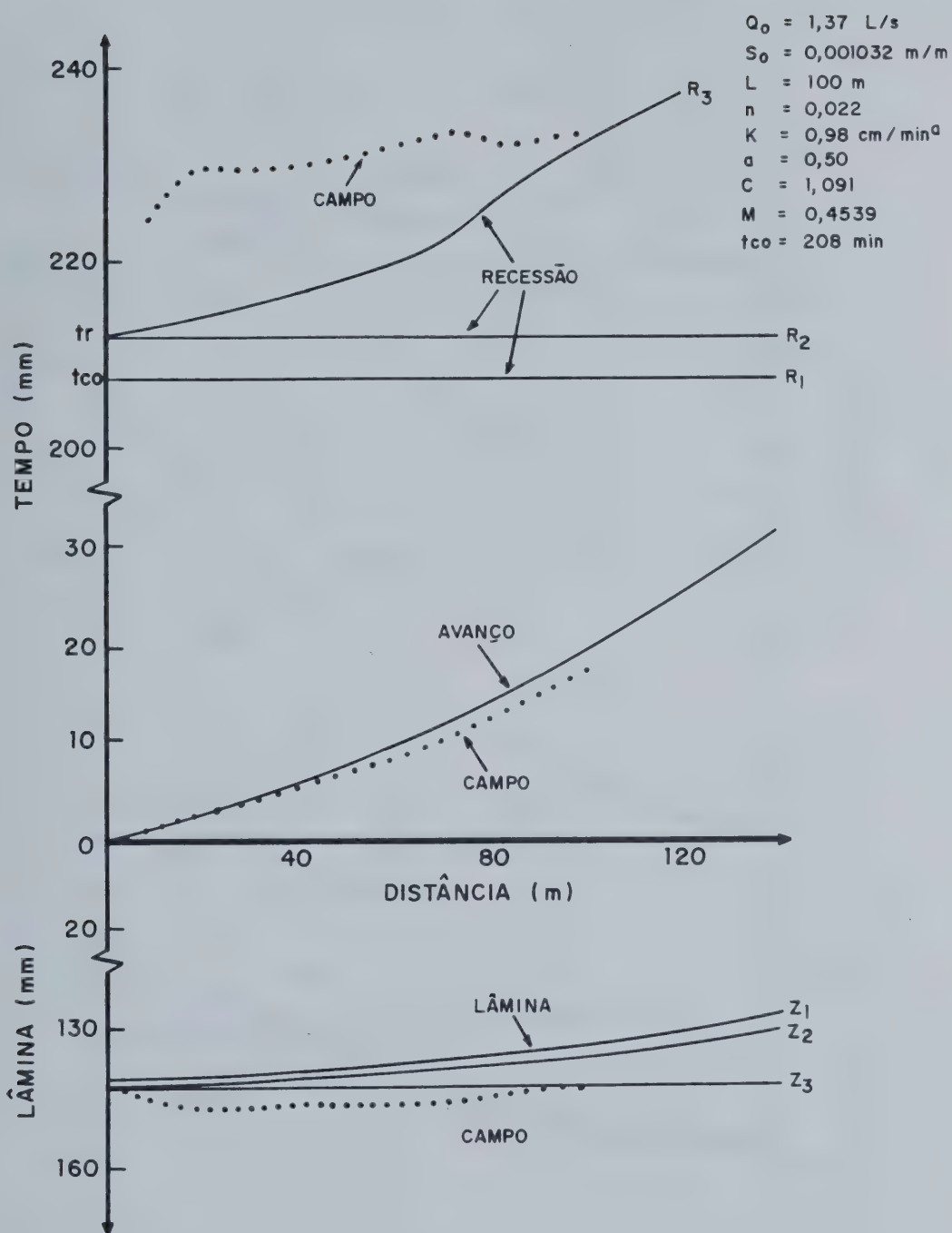


FIGURA 5

Curvas de avanço, recessão e perfil de infiltração calculadas pelo modelo algébrico considerando três casos de recessão, comparados com dados observados (dados de Ramsey), sulcos com comprimento de 100m

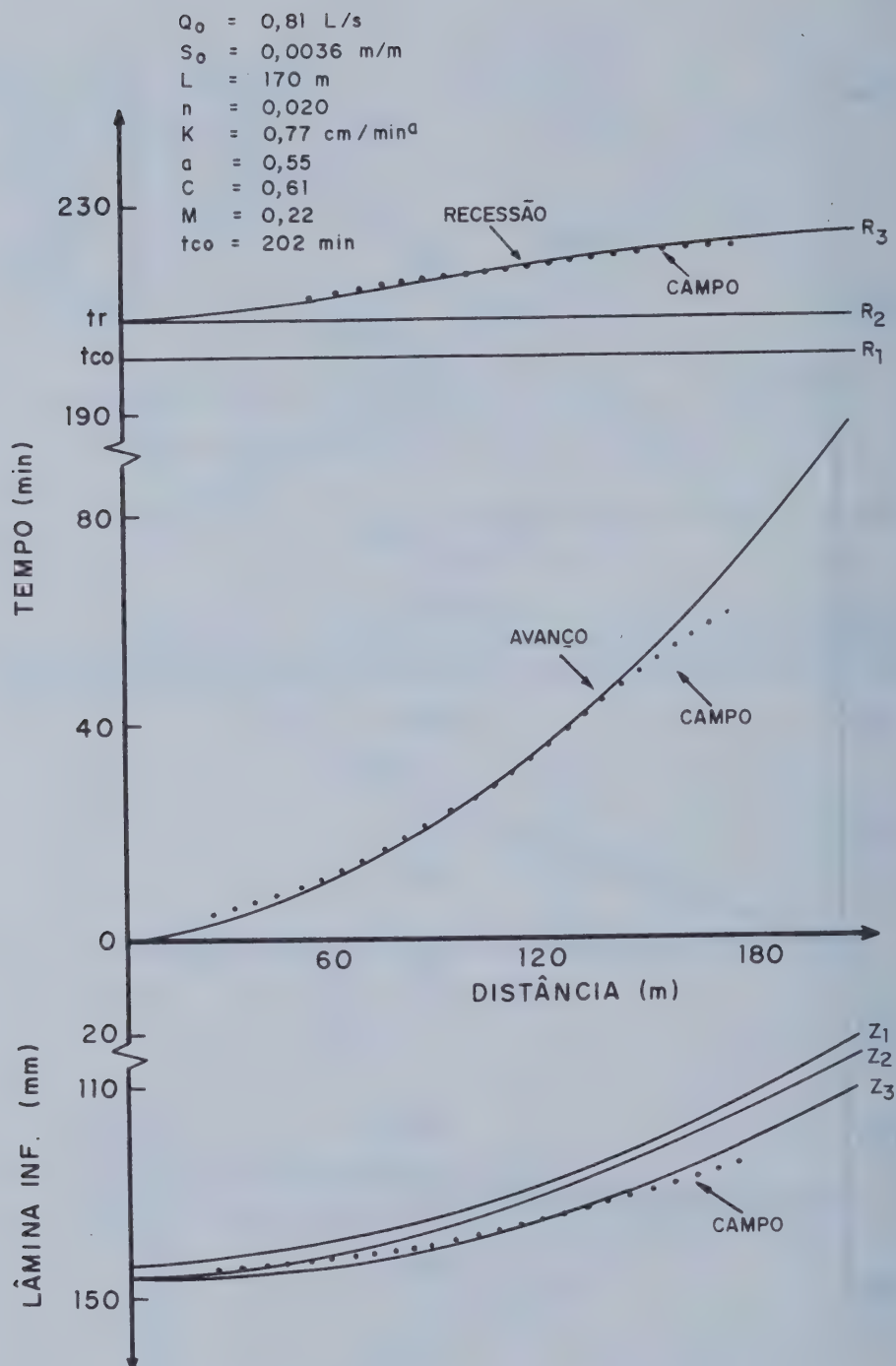


FIGURA 6

Curvas, recessão e perfil de infiltração calculados pelo modelo algébrico considerando três casos de recessão, comparados com dados observados (dados de Horticulture), sulcos com comprimento de 175m

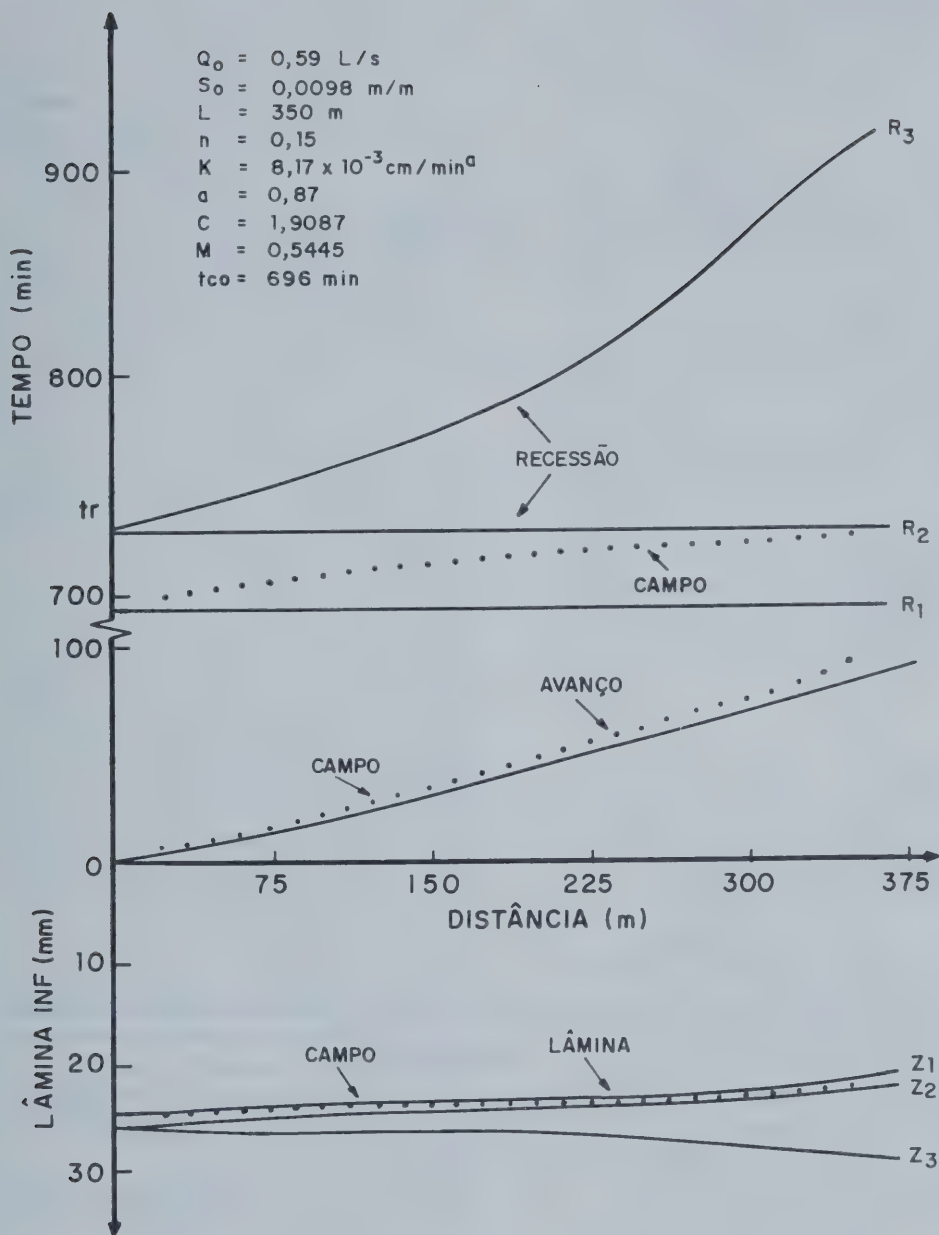


FIGURA 7

Curvas de avanço, recessão e perfil de infiltração calculadas pelo modelo algébrico considerando três casos de recessão, comparados com dados observados (dados de Stieben), sulcos com comprimento de 350m

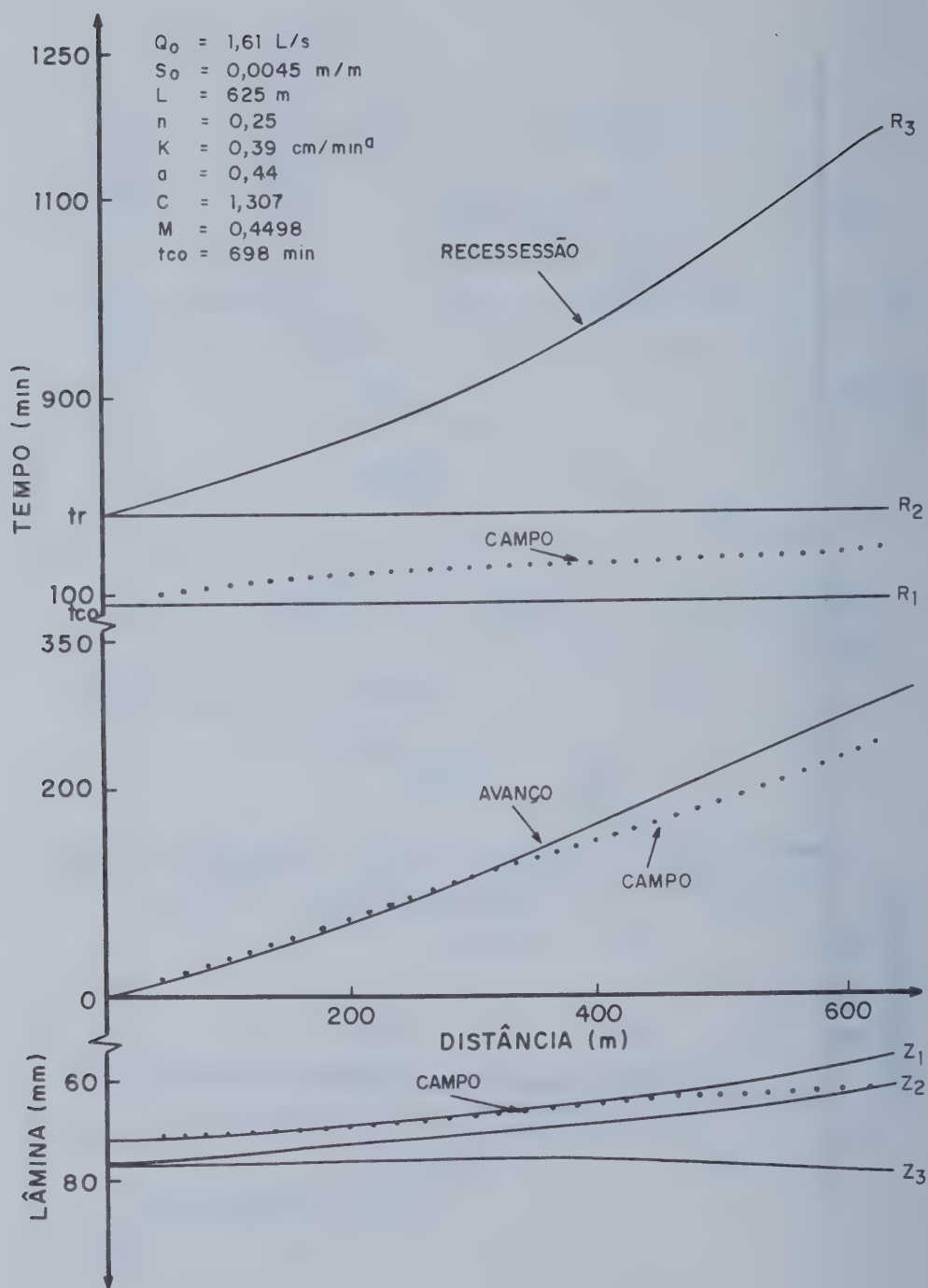


FIGURA 8

Curvas de avanço, recessão e perfil de infiltração calculadas pelo modelo algébrico considerando três casos de recessão, comparados com dados observados (dados de Benson), sulcos com comprimento de 625m

No caso da hipótese 3, em que a recessão é uma curva, R_3 , os resultados aproximam-se aos de campo nos exemplos 1 Ramsey e 2 Horticulture, no entanto, nos exemplos 3 Stieben e 4 Benson a curva de recessão apresenta grande diferença para os valores de campo.

Na TABELA 3, bem como nas FIGURAS 5, 6, 7 e 8 pode-se verificar que, R_1 , recessão igual ao tempo de aplicação, nos quatro exemplos estudados subestima o início da recessão com valores entre 0,29 a 3,3% e o final com 4,8% a 11,1%. Conseqüentemente, o perfil de infiltração é subestimado nos quatro exemplos.

Para a recessão igual a recessão na cabeceira do sulco, R_2 , na TABELA 3, bem como nas FIGURAS 5, 6, 7 e 8 observa-se que o início da recessão é subestimado com valor máximo de aproximadamente 13%, enquanto que, o final da recessão é subestimado com valor de até 9,2% e superestimado com valor de aproximadamente 5,7%, com relação aos dados de campo. No entanto, o perfil de infiltração obtida admitindo R_2 , é subestimado, nos exemplos 1 Ramsey e 2 Horticulture, e nos exemplos 3 Stieben e 4 Benson apresenta valores que expressam os dados de campo.

Com a recessão uma curva, R_3 , observa-se na TABELA 3 e, portanto, nas FIGURAS 5, 6, 7 e 8, que a recessão nos exemplos estudados apresenta diferença dos valores de campo, sendo, da seguinte forma; com o início sendo subestimado em, aproximadamente, 1,14% e superestimado em 13%, enquanto que, o final é subestimado em menos de meio por cento e superestimado em cerca de 56% aproximadamente. Com essa variação na recessão, pode-se observar na FIGURA 5, 6, 7 e 8, seus efeitos no perfil de infiltração.

Com relação às três maneiras de calcular, a recessão neste trabalho, R_1 , R_2 e R_3 , pode-se observar que, para sulcos pequenos, menores de 200m (Ramsey e Horticulture) os melhores resultados são para a hipótese R_3 , em que a curva de recessão é dada pela equação 9, do modelo de LEVIEN⁷. Para sulcos mais longos, é aparente que a melhor representação da re-

cessão e a hipótese R_2 , na qual a recessão na cabeceira do sulco é dada pela equação 8 e o resultado da curva é uma reta paralela ao eixo das abscissas.

CONCLUSÕES

1 - Os fatores de forma dos perfis superficiais e subsuperficiais são bem representados por valores já consagrados na literatura, tais como, $r_y = 0,70$ e $r_z = 0,75$;

2 - Nos sulcos menores de 200m, a melhor representação para a curva de recessão é a hipótese na qual a recessão na cabeceira do sulco é dada pela equação 9 de LEVIEN⁷ e representada graficamente como uma curva;

3 - Nos sulcos longos, a melhor representação para a curva de recessão é a hipótese na qual a recessão na cabeceira do sulco é dada pela equação 8, e o resultado é uma reta paralela ao eixo das abscissas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BASSET, D.L. A mathematical Model of Water advance in Border Irrigation. **Transactions of the ASCE.** 15(5):992-995. 1972.
2. BASSET, D.L. & FITZSMMONS, D.E. Simulating Overland flow in Border Irrigations. **Transactions of the ASCE.** 19(4):674-680. 1973.
3. DAVIS, J.R. Estimating rate of advance for Irrigation Furrows. In: Proceedings of the ARS-SCS, Workshop in Hydraulics of surface Irr., Denver, 1960, p.67-86.
4. FOK, Y.S. and BISHOP, A.A. Analysis of water advance in surface irrigation - J. of the Irr. and Drain. Div. 91(IR1):263-265. 1965.
5. KARMELI, D. Assessing the Spatial Variability of Irrigation Water Applications. Department of Agricultural and Chemical Engineering. Colorado State University, Fort Collins, 1979, 201 p.

6. KATOPODES, N.D. & STRELKOFF, T. Hydrodynamics of Border Irrigation - Complete Model. J. of the Irri. and Drain. Div., ASCE, 103(IR3):309-324. 1977.
7. LEVIEN, S.L.A. Desenvolvimento de Modelo Matemático Simplificado da Irrigação Superficial por Sulcos Abertos em Declive. Fortaleza, UFC, 1985. 91p. (Dissertação de Mestrado).
8. RAMSEY, M.K. Intake characteristics and flow resistance in irrigations furrows. University of Arizona. 1976. (Tese de Mestrado).
9. SAKKAS, J.G. & STRELKOFF, T. Hydrodynamics of surface Irrigations. Advance Phase. J. of the Irri. and Drain. Div. ASCE, 100(IR1):31-48. 1974.
10. SOUZA, F. de. Nonlinear Hydrodynamic Model of Furrow Irrigation. University of California, Davis, 172p. 1981. (Tese de Doutorado).
11. SOUZA, F. de. Hidráulica da Irrigação por Superfície. DENA/CCA/UFC, 54p. 1983. (mimeografado).
12. SOUZA, F. de. Modelo Matemático da Irrigação por Sulcos. Pesq. Agropec. Bras. 19(9):1135-1143. 1984.
13. STRELKOFF, T. Algebraic Computation of Flow in Border Irrigation. J. of the Irri. and Drain. Div. ASCE. 103(IR3):357-377. 1977.
14. WILKE, O.C. and SMERDON, E.T. A Solution of the Irrigation advance problem. J. of the Irri. and Drain. Div. 91:23-34. 1965.
15. WILKE, O.C. "A hydrodynamic Study of Flow in Irrigation Furrows". Texas A & M University, Water Resources Institute. 1968. (Tech. Report No. 13).

**RESULTADOS ECONÔMICOS DA CRIAÇÃO DE MARRECO DE PEQUIM
(*Anas platyrinchos* *Platyrinchos* Linnaeus, 1758) CONSORCIADOS
COM CARPA COMUM (*Cyprinus carpio* L. 1758 vr. *communis*)
NO VALE DO CURU - PENTECOSTE, CEARÁ-BRASIL.**

**Moisés Almeida de Olivera¹
Marcos Augusto Esteves Araripe¹
Agenor M. Saunders²**

RESUMO

O marreco de Pequim, após exaustivas pesquisas, foi considerado pelos estudiosos como a espécie de marreco ideal para ser criado simultaneamente no mesmo ambiente aquático com o peixe. Trata-se de uma ave que, além de sua rusticidade e fácil criação, permite a produção de peixes e custos mais reduzidos, pois os mesmos aproveitam os excrementos dos marreco diretamente ou através de produção de plâncton. Este trabalho realizou-se na Fazenda Experimental do Vale do Curu em uma área de solo afetada por sais, imprópria para cultivo com a maioria das culturas. Tem como objetivo analisar os resultados econômicos de dois ensaios de cultivo consorciado do marreco de Pequim e de carga comum, no aproveitamento de uma área de solo salino-sódico, considerada de utilização antieconômica para o cultivo com as culturas de uso comum no Vale do Rio Curu. Na realização dos experimentos, utilizaram-se dois viveiros escavados em terreno natural ambos com área de 20x50m. Os dois viveiros foram estocados com 500 exemplares de carpa comum, na ordem de 5000/ha com peso médio inicial de 0,78g e comprimento total médio de 4,02cm. Cada viveiro foi povoado com marreco de Pequim em densidade de 400 aves/ha. Com os resultados obtidos concluiu-se que as fertilizações dos viveiros com adubação feita pelos marreco tornou a criação de carpa mais viável visto que o criador não teria despesas com alimentação dos peixes e pode obter resultados satisfatórios em duas produções simultâneas.

PALAVRAS-CHAVE: Piscicultura, consórcio, carpa, marreco de Pequim, solos salino-sódicos.

SUMMARY

Based upon extensive research, Pekin duck (*Anas platyrinchos* *platyrinchos*, Linnaeus, 1758) was considered the ideal species to be raised in the same aquatic medium in association with fish. Besides its rusticity and ease handling Pekin duck allows the production of fish at a very low cost. Those are fed directly by duck excrements or indirectly by the consumption of plancton. This experiment was carried out at the Vale do Curu Experimental Farm Station in a saline area considered inappropriate for most crops. It aims to analyse the economic results of two essays involving both Pekin duck and the common carpa (*Cyprinus carpio*, L. 1758 vr. *communis*). Two basins of 1000m² each were digged in the soil. In each basin was placed 500 common carpa fish (population density of 5000 fish/ha). The average initial weight and length were 0,78 g and 4.02 cm, respectively. Each basin has also received 40 Pekin ducks according to a population density of 400 ducks/ha. The results indicate that the supply of food for the fish in the form of excrements produced by Pekin ducks made this type of exploitation economically viable. The gains in the commercialization of fish comes as an extra benefit that otherwise would be restricted to the production of Pekin duck.

KEY WORDS: Psiculture, carpa, Pekin duck, economic, results.

INTRODUÇÃO

Uma série de estudos e melhoramentos genéticos fizeram com que o marreco de Pequim apresentasse características mais interessantes para criações econômicas, do que todas as raças domésticas descendentes de *Anas platyrinchos* *platyrinchos* Linnaeus, 1758, e há muito tempo vem sendo

1 Professores do Centro de Ciências Agrárias da UFC.
2 Bolsista de Iniciação Científica da UFC.

criado no mundo inteiro para fins industriais (COSTA et alii², 1990).

Dentre os marrecos especialmente adaptados ao consórcio com peixes, o marreco de Pequim é uma raça largamente difundida em muitos países com bons resultados econômicos em criação extensiva e/ou semi-intensiva e apresenta características favoráveis à criação doméstica, tais como: perda do poder de voo, crescimento acelerado, produção de ovos sem chocar, coloração uniforme e rusticidade a doenças (PAPA e PINHEIRO³, 1984).

A carpa comum, *Cyprinus carpio* L. 1758 vr. **comunnis**, utilizada no cultivo é das variedades de carpa, uma das mais indicadas para cultivo em consórcio com marrecos de Pequim em virtude de apresentarem, segundo (SILVA⁴, 1982), boa taxa de crescimento e sobrevivência, grande resistência ao meio ambiente de criação.

Este trabalho realizou-se na Fazenda Experimental do Vale do Curu, em uma área de solo afetada por sais, imprópria para plantio da maioria das culturas e teve como objetivo avaliar os resultados econômicos de dois ensaios de cultivo consorciado, no aproveitamento de uma área do perímetro irrigado do Vale do Rio Curu, considerado de utilização antieconômica para cultivos comuns na região.

MATERIAL E MÉTODOS

Para realização deste trabalho utilizaram-se dois viveiros de derivação localizados na área CS₂ da Fazenda Experimental do Vale do Curu (Pentecoste-CE), medindo cada um 20x50m com 25% dessa área dotada de cerca e abrigo para marrecos, sendo os mesmos escavados em terreno natural em uma área imprópria para a maioria das culturas tradicionais da região.

Antes de iniciar os experimentos, os viveiros foram esvaziados, limpos e fertilizados com superfosfato triplo (P₂O₅) na proporção de 30kg/ha e abastecidos até seus níveis máximos de repleção. Paralelo à preparação dos viveiros os marrecos de 1(um) dia, adquiridos no Centro de Pesquisa Ictiológica do DNOCS, foram pré-cria-

dos por 7(sete) dias, período em que os marrecos necessitam de maiores cuidados.

Em seguida, os marrecos foram estocados na proporção de 400 aves/ha/viveiro, com pesos médios de 175g e o peixamento realizado com alevinos de peso médio inicial de 0,78 gramas em densidade de povoamento de 5.000 peixes/ha.

Semelhantes amostragens foram realizadas, abrangendo 20% do plantel de marrecos por viveiro, para reajuste da ração a ser fornecida. Já os peixes foram amostrados mensalmente. Nestas amostragens registraram-se o peso médio de cada uma das espécies envolvidas no consórcio.

Com os dados das amostragens, dos povoamentos ao abate/despescas, elaboraram-se tabelas abrangendo pesos médios, consumos de ração, índice de conversão alimentar, produções e produtividade dos peixes e dos marrecos e dados econômicos.

As análises econômicas do cultivo, foram feitas com os resultados médios de duas repetições dos experimentos, em virtude de as despesas com mão-de-obra e tratamentos culturais serem a mesma para o cultivo nos dois viveiros utilizados. Na obtenção do valor econômico da biomassa, multiplicou-se o preço médio de venda do peixe e do marreco, na despesa e no abate, respectivamente. Para o cálculo das despesas levou-se em consideração preço dos alevinos e dos marrecos de um dia, da ração, dos adubos, da mão-de-obra e outras despesas. Não se levou em conta os custos fixos já que os mesmos representam custos de investimento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com BODIS e ROSA¹ (1987), até o 35o. dia de criação de marrecos de Pequim, *Anas platyrinchos platyrinchos* Linnaeus, 1758, consorciado com peixes estocados na mesma densidade das condições de cultivo deste trabalho, ou seja, 5.000 carpas comum, *Cyprinus carpio* L. 1758 vr. **Comunnis**, a conversão alimentar deverá se encontrar em nível muito bom, ficando daí em diante em níveis cada vez mais desfavoráveis economicamente. As-

sim referidos autores recomendam o abate e a comercialização dos marrecos quando os mesmos atingirem tamanhos comerciais compreendidos entre 2,2kg e 2,8kg, que normalmente deve acontecer entre a 6ª e 7ª semana de cultivo.

A Tabela 1 apresenta dados relativos ao consumo de ração médio, peso médio e conversão alimentar média do marreco de Pequim, proveniente dos resultados obtidos em dois povoamentos dessa ave em dois experimentos que representam repetições, já que não houve diferenças entre os tratamentos e houve grande uniformidade entre os dados obtidos nas criações no cultivo. Nessa Tabela, observou-se que os marrecos deveriam ter sido abatidos e comercializados ao final da 6ª semana de cultivo, ou no máximo até o final da 7ª semana, já que o ganho de peso do marreco na 8ª semana apresentou uma conversão alimentar não satisfatória de 12,50kg de ração para produzir 1kg de carne de marreco, ou seja, individualmente, os marrecos consumiram 2kg de ração para ter um ganho de apenas 110 gramas.

Após o primeiro abate dos marrecos, um lote correspondente a 50% dos indivíduos de cada uma das duas repetições do experimento, foi amostrado quanto à perda de peso após a depenação e evisceração mais descabeçamento, tendo-se observado uma quebra no peso médio de 2,810kg para 2,540kg (0,71%), após a depenação, e 2,120kg (16,53%) quando eviscerado e descabeçado, o que deu aos marrecos um rendimento de carcaça equivalente a 73,75%, incluindo-se nesse rendimento os miúdos, tais como moela, fígado e coração.

Os resultados obtidos no cultivo do marreco de Pequim consorciado com carpa comum, com arraçoamento apenas dos marrecos permitiu uma análise econômica sumária relativa à exploração de quatro safras de marrecos correspondentes a dois povoamentos em densidade de 400 marrecos/ha em quatro meses de cultivo por duas repetições. Todas as criações foram feitas em idênticas condições, sendo a carpa comum estocada a uma proporção de um peixe por dois metros quadrados e nestas con-

dições obtiveram-se, ao final do experimento, as relações de despesas médias, constantes na Tabela 2.

Para o cálculo da ração foram considerados os resultados apresentados na Tabela 1. Já a mão-de-obra gasta na anasicultura foi de 160 horas durante todo o cultivo o que equivale a 42,5 horas por mês, correspondente a 1,5 hora por dia de trabalho/operário, já que o mesmo percebendo um salário mínimo iria cumprir outras atividades na propriedade (Tabela 2). Idêntico procedimento foi adotado em relação aos cuidados com a piscicultura.

Na Tabela 3, encontram-se dados econômicos resultantes de despesas médias relacionadas a duas explorações da carpa comum estocada em densidade de 5.000 peixes/ha e duas despescas que representaram duas repetições de experimentos. Nessa Tabela consideraram-se custos de produção, como aquisição de alevinos e mão-de-obra necessária ao bom desenvolvimento do cultivo.

Compondo-se estas despesas com aquelas da Tabela 2, tem-se o seguinte resumo de despesas:

- Despesas com exploração de 800 marrecos/ha em dois povoamentos Cr\$ 1.423.520,00 - US\$ 2.818,85.

- Despesas com exploração de 5.000 peixes/ha em cinco meses de cultivo Cr\$ 234.500,00 - US\$ 464,35.

Total das despesas no consórcio ... Cr\$ 1.658.020,00 - US\$ 3.283,20.

Na Tabela 4 encontram-se relacionados os dados das receitas com a venda da produção média de carpa comum resultante de duas repetições de cultivo com mesmo tratamento por um período de cinco meses, bem como do marreco de Pequim, com média de duas engordas de 58 dias de criação em cada repetição. Por estes dados o criador poderia obter uma receita de Cr\$ 1.061.904,00 (US\$ 2.102,78) com a venda do peixe e de Cr\$ 2.023.200,00 (US\$ 4.006,33) com a venda do marreco de Pequim totalizando Cr\$ 3.085.104,00 (US\$ 6.109,11).

Com os resultados obtidos no cálculo das despesas e receitas o lucro obtido pelo

TABELA 1 - Consumo de ração, peso médio ao final do período e conversão alimentar do marreco de Pequim, *Anas platyrinchos platyrinchos* L. 1758. Valores médios de experimentos conduzidos na Fazenda Experimental do Vale do Curu (Ceará - Brasil).

Período (dias)	Consumo de ração (g)	Peso médio ao fim do período (g)	Conversão alimentar (kg/kg)
0 - 7	250	175	1,43
8 - 14	610	485	1,97
15 - 21	1.100	900	2,65
22 - 28	1.440	1.390	2,94
29 - 35	1.540	1.850	3,35
36 - 42*	1.680	2.300	3,75
43 - 49*	1.840	2.650	5,25
50 - 58	2.000	2.810	12,50
TOTAL	10.460	2.810	3,72

* Períodos ideais para o abate de marrecos.

TABELA 2 - Despesas médias relativas a exploração de dois lotes de marrecos, criados na proporção de 400 indivíduos/ha em dois viveiros na Fazenda Experimental do Vale do Curu (Pentecoste - Ceará - Brasil).

Discriminação	Unid.	Quant.	Valor Unitário Cr\$	Valor Total Cr\$	Valor Total US\$*
Aquisição marrecos	Unid.	800	200,00	160.000,	316,83
Aquisição ração	kg	8.168	140,00	1.143.520,	2.264,39
Mão-de-obra	h/d	80	1.500,00	120.000,	237,62
Total	-	-	-	1.423.520,	2.818,85

* US\$ (setembro/91) = Cr\$ 505,00

TABELA 3 - Dados econômicos relativos à exploração de 5.000 peixes/ha em cinco meses de cultivo na Fazenda Experimental do Vale do Curu(Pentecoste-Ceará-Brasil).

Discriminação	Unid.	Quant.	Valor Unitário Cr\$	Valor Total Cr\$	Valor Total US\$*
Adubos químicos	kg	30	150,00	4.500,00	8,91
Aquisição de alevinos	Unid.	5.000	10,00	50.000,00	99,00
Mão-de-obra	h/d	120	1.500,00	180.000,00	356,43
Total	-	-	-	234.500,00	464,35

Obs.: Dados médios de duas repetições do experimento.

TABELA 4 - Dados de receitas obtidas com a venda das produções do consórcio da carpa comum com o marreco de Pequim de acordo com produtividades obtidas para um ha.

Discriminação	Unid.	Quant. Prod.	Valor Unitário Cr\$	Valor Total Cr\$	Valor Total US\$*
Pescado	kg/ha	1.327,38	800,00	1.061.904,00	2.102,78
Marrecos	kg/ha	2.248,00	900,00	2.023.200,00	4.006,33
Total	-	-	-	3.085.104,00	6.109,11

Obs.: - Produção de pescado = 5.000 peixes/ha x 265,5 gramas (peso médio nas repetições);
 - Produção de marrecos = 800 marrecos/ha x 2,810 kilogramas (peso médio de 2 lotes de abates em duas repetições).

criador seria de Cr\$ 1.427.084,00 (US\$ 2.825,90), conforme cálculos a seguir:

- receita com a venda de pescado e marrecos Cr\$ 3.085.104,00
- despesas com a produção de pescado e marrecos Cr\$ 1.658.020,00
- lucros/ha/5 meses de cultivo consorciado Cr\$ 1.427.084,00

Tendo sido o experimento realizado em cinco meses, durante um ano, o criador poderia obter até duas produções idênticas às observadas neste trabalho, e com isso conseguir um lucro adicional, conforme cálculos simplificados a seguir, e com possível vantagem em decorrência de o viveiro encontrar-se preparado para as repetições de cultivo dessa natureza, já que não seria necessário despesas com a adubação de base do viveiro.

- Total de receita por duas produções ha/ano Cr\$ 6.170.208,00
- Total de despesas por duas produções ha/ano Cr\$ 3.316.040,00
- Lucro obtido por duas produções/ha/ano Cr\$ 2.854.168,00
- Lucro em US\$/ha/ano US\$ 5.651,81

Em dois cultivos por ano, o lucro poderá ser acrescido de Cr\$ 4.500,00/ha (US\$ 8,91/ha) referente a eliminação das despesas de adubação de base do viveiro por ocasião da re-estocagem dos alevinos, em virtude de a água do viveiro já estar fertilizada. Essa redução de despesa somente será possível, se entre as estocagens dos peixes, a despesa seja efetuada sem esvaziamento do viveiro.

No experimento observou-se ainda que, cada marreco, após abatido produz de 170 a 299 gramas de penas, que resulta em média 284,5g/marreco. Levando-se em consideração que em quatro meses de cultivo usaram-se 800 marrecos/ha, em dois povoamentos a produção média de penas será de 227,6kg, que podem ser comercializadas para a indústria de travesseiros e colchões, gerando com isto, uma receita adicional para atenuar as despesas e aumentar o lucro do empreendimento.

No presente trabalho, a média dos re-

sultados de duas repetições de experimentos com mesmos tratamentos de consórcio do marreco de Pequim com carpa pode conferir ao agricultor um lucro médio por hectare/5 meses de cultivo, de Cr\$ 1.427.084,00 (US\$ 2.825,00).

CONCLUSÕES

As despesas acumuladas para cinco meses de cultivo atingiram um montante de Cr\$ 1.658.020,00 (US\$ 3.283,20).

As despesas seriam diminuídas se o abate dos marrecos tivesse sido realizado entre a 6ª e 7ª semanas em decorrência da elevada taxa de conversão na 8ª semana. Mesmo caracterizando-se o abate na 8ª semana os resultados deste trabalho demonstram que o criador poderia obter um lucro médio de Cr\$ 1.427.084,00 (US\$ 2.825,00). O preço da venda da carpa foi de Cr\$ 800,00/kg e do marreco Cr\$ 900,00/kg, preços estes obtidos no mercado de Fortaleza/CE, como também o valor do dólar, utilizado para os cálculos de Cr\$ 505,00, referente a setembro/91.

Com os resultados obtidos nas condições deste trabalho, conclui-se que as fertilizações do viveiro com a adubação feita pelos marrecos torna a criação da carpa mais viável, visto que o criador não teria despesas com a alimentação dos peixes, como também em uma só área o mesmo pode recolher duas produções e desta forma, os custos com a construção dos viveiros poderiam ser amortizados mais rapidamente.

Os marrecos após depenação, eviscação e descabeçamento apresentaram um rendimento médio de carcaça equivalente a 73,75%, incluindo neste rendimento os miúdos, ou seja, moela, fígado e coração.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BODIS, G. & ROSA, A.B.S. Marrecos e peixes, criação e consórcio. Brasília, CODEVASF, 35p. 1987.
2. COSTA, R.S, HOLANDA, J.C. & MATOS, F.J.R. Algumas considerações sobre a postura e inclusão artificial de Marrecos-de-Pequim, *Anas platyrinchos platyrinchos* Linnaeus, 1758 (AVES: ANATIDE), no semi-árido do Nordeste brasileiro. Mos-soró, Caatinga 7(única):328-338, 1990.
3. PAPA, E. & PINHEIRO, C.W.L. **Manual de Piscicultura Consorciada com Marrecos de Pequim**. Petrolina, CODEVASF, 1984. 63p. (mimeografado).
4. SILVA, J.W.B. et alii. Resultados de cultivo da Carpa Espelho, *Cyprinus carpio*, (L.) vr. *comunnis*, e do híbrido de tilápia de Zanzibar, *Soro-therodon hornorum* (trew), com o do Nilo, *S. niloticus* (L.), consorciado com arroz, *Oryza sativa* (L.) Bol. Tec. DNOCS, Fortaleza, 1982.

ESTUDO DA DISTRIBUIÇÃO DE FERTILIZANTES EM UM SISTEMA DE MICROASPERSÃO UTILIZANDO INJEÇÃO COM TUBOS DE PILOT

Moisés Custódio Saraiva Leo¹
Lindbergue Araújo Crisóstomo²
Francisco José de Selxas Santos³

RESUMO

Para o estudo da uniformidade de distribuição de fertilizantes em uma unidade operacional de irrigação, foi utilizado um sistema de microaspersão constituído de nove linhas laterais de polietileno de 14 mm (d.i.) e uma linha de derivação de 26 mm (d.i.). Os 81 microaspersores foram simetricamente colocados em todo o sistema. O fertilizante empregado no experimento foi cloreto de potássio (KCl), e a coleta de material para análise em laboratório da concentração de potássio foi realizada em 16 emissores e na saída do tanque de derivação. Os dados analisados revelaram que o equipamento injetor, do tipo tubos de Pilot, possibilitou uma boa uniformidade de aplicação do fertilizante na unidade de irrigação, com um Coeficiente de Uniformidade de Distribuição igual a 89,25%.

PALAVRAS-CHAVE: Fertirrigação, distribuição de fertilizantes.

DISTRIBUTION OF SOLUBLE FERTILIZER FROM A LOCALIZED IRRIGATION SYSTEM USING A PILOT TUBE DEVICE FOR INJECTION.

SUMMARY

To study uniformity of fertilizer distribution, applied through the irrigation water, a micro-sprinkler system, consisting of 81 emitters, nine 14 mm (i.d.) polyethylene laterals and a 26 mm (i.d.) main line, was installed at the Hydraulics and Irrigation Laboratory of the Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brazil. The fertilizer injection device consisted on a Pilot tube arrangement and KCl was used as test fertilizer. Samples of the water plus fertilizer were collected from 16 emitters

and from the tank containing the fertilizer solution and analyzed for the KCl content. The data collected and analyzed statistically shown a very good uniformity of distribution of the fertilizer throughout the irrigated area (uniformity distribution coefficient of 89.25%), considering the simplicity and low cost of the injection device used.

KEY WORDS: Fertirrigation, fertilizer distribution.

INTRODUÇÃO

O processo de fertirrigação proporciona uma aplicação econômica de fertilizantes e outros produtos químicos utilizando as tubulações do sistema de irrigação. Então, é necessário que a distribuição dessas substâncias seja feita da maneira mais uniforme possível dentro da unidade de irrigação, para que a técnica da fertirrigação seja eficiente.

KELLER⁷ afirma que a uniformidade de distribuição de fertilizantes somente pode ser boa se a distribuição de água também for. Se o sistema de irrigação tiver sido exatamente projetado e corretamente operado, pode resultar uma aceitável distribuição de adubos junto com a própria água. Segundo ROLSTON et alii⁸ e HOWELL et alii⁶, a uniformidade de distribuição de fertilizantes e produtos químicos em um sistema de irrigação localizada depende da eficiência da mistura no interior do tanque, da uniformidade de aplicação de água, e das características do fluxo de água e produtos

1 Engenheiro-Agrônomo, Ph.D.; Professor Titular do DENA/UFC.

2 Engenheiro-Agrônomo, Ph.D.; Professor do Depto. de Ciências do Solo - UFC.

3 Engenheiro-Agrônomo, M.Sc.

químicos nas linhas de distribuição e no interior do solo. Para ZANINI¹¹ a concentração de fertilizantes no tanque de derivação se reduz obedecendo a uma proporção logarítmica descrita pela equação geral de diluição. Shani citado por FRIZZONE et alii⁵ recomenda que a relação entre o volume que deve passar pelo tanque (V) e o volume do tanque (v), seja no mínimo igual a quatro, para que se garanta boa solubilização do fertilizante e aplicação uniforme. ZANINI¹¹, trabalhando com injeção por meio de derivação de fluxo e irrigação por gotejamento constata que tempos de aplicação mais longos levam a menores diferenças entre as quantidades de fertilizantes distribuídos aos diversos pontos da linha de irrigação. COSTA e BRITO³, utilizando aspersão e injeção com tubos de Pilot, observaram que as maiores variações das concentrações dentro da linha de aspersores ocorreram até o sétimo minuto, onde a relação entre a menor e a maior concentração corresponde a 3,12%. Os autores acima citados que apresentaram resultados sobre uniformidade de distribuição de fertilizantes, trabalharam com índices utilizados para determinar a uniformidade de distribuição d'água de um sistema de irrigação localizada, pois até o momento no foi definida uma metodologia de cálculo para avaliar a distribuição de adubos na rede de irrigação. Para ABREU e LOPEZ¹, a relação que existe entre a descarga mínima e a descarga média do sistema de irrigação localizada é fator mais importante para avaliar a uniformidade de aplicação da água.

O objetivo do trabalho foi averiguar a uniformidade de distribuição do Cloreto de Potássio (KCl) dentro de uma pequena unidade operacional de um sistema de microaspersão, bem como a variação da concentração do fertilizante no interior do tanque de derivação, utilizando o método de injeção com tubos de Pilot.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área externa do Laboratório de Hidráulica e Irriga-

ção do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará. O sistema de irrigação por microaspersão foi composto por um cabeçal de controle completo, e uma unidade operacional constituída de nove linhas laterais de polietileno preto com diâmetro interno de 14 mm e 13,6 mm de comprimento, e linha de derivação, de idêntico material, com diâmetro interno de 26 mm e 12,8 mm de comprimento. A Figura 1 mostra a disposição do sistema na área externa do laboratório. Em cada lateral foram inseridos nove microaspersores, com espaçamento de 1,6 mm na linha lateral e 1,6 mm entre as laterais. A determinação da vazão dos emissores selecionados para o teste de distribuição de fertilizantes foi realizada utilizando-se uma proveta de 500 ml com graduação de 5 ml, e cronômetro. A vazão média foi obtida de três repetições. O sistema trabalhou com uma pressão de serviço de aproximadamente 25 m.c.a. (245,25 KPa). O fertilizante empregado no experimento foi o Cloreto de Potássio (KCl), que apresentou 57,5% de potássio (K), com um teor de umidade de 1,26%. A determinação do tempo de fertirrigação foi realizada em seguida ao teste para definição da vazão derivada provocada pelo equipamento. Para definição dos instantes de coleta utilizou-se a equação

$$t = (\ln C_0 - \ln C_t) \cdot v/q$$

onde: q = vazão através do reservatório (l/h).

v = volume do reservatório (l).

C₀ = concentração inicial da Solução no reservatório (%).

C_t = concentração da Solução no reservatório (%) em um tempo t.

bem como a metodologia empregada por ZANINI¹¹ e FEITOSA FILHO⁴, na qual são registrados os tempos para cada decréscimo de 10% em relação à concentração inicial (igual a 100%) até o décimo e último tempo, que corresponde a 1,83%. As amostras do fertilizante foram coletadas na saída do tanque e nos microaspersores escolhidos pelo método proposto por Keller e

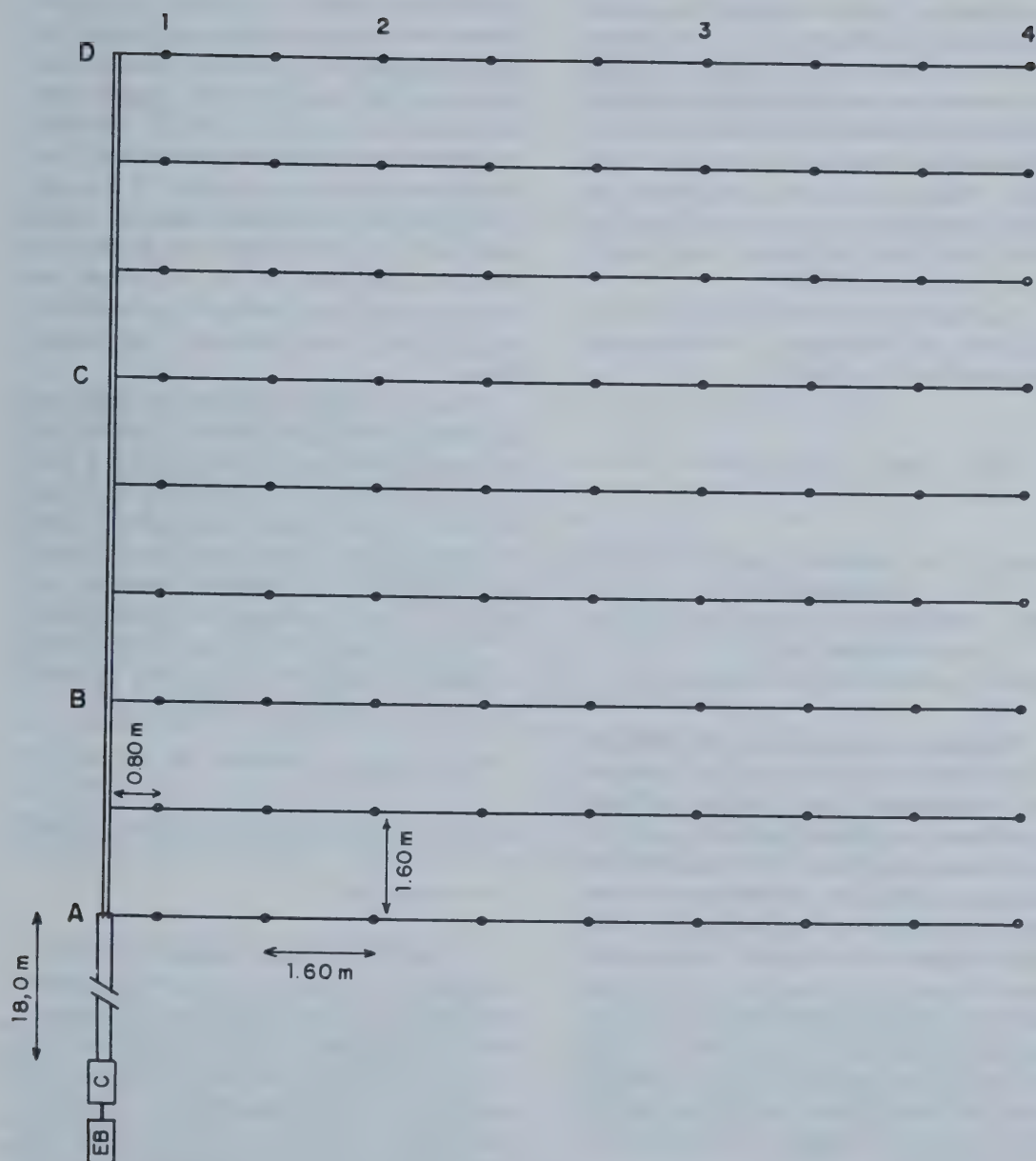
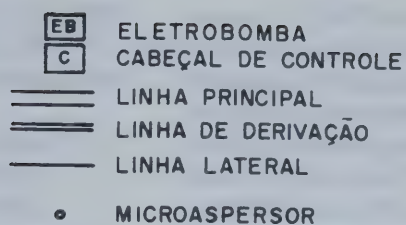


FIGURA 1
Disposição do sisistema de irrigação

Karmeli, citado por BERNARDO², de seleção de pontos de coleta para determinação da uniformidade de aplicação de água em irrigação localizada. Os microaspersores escolhidos ao longo da linha lateral foram: o primeiro, o situado a 1/3 do comprimento (o terceiro), o situado a 2/3 do comprimento (o sexto) e o último. As linhas laterais selecionadas para estudo, ao longo da linha de derivação, foram também: a primeira, a situada a 1/3 do comprimento, a situada a 2/3 do comprimento e a última. Deste modo, foram obtidos para análise 16 valores provenientes da área do teste. As amostras foram analisadas no Laboratório do Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal do Ceará, e os teores de potássio determinados com o auxílio do Fotômetro de Chama, de acordo com o método proposto pela USDA¹⁰.

A uniformidade de distribuição, tanto da água como do fertilizante, foi encontrada de acordo com a equação:

$$CUD = (q_{min} \cdot 100)/Q_{max}$$

onde: CUD = Coeficiente de Uniformidade de Aplicação (%).

q_{min} = média de 1/4 das vazões com menores valores (l/h).

Q_{max} = média de todas as vazões (l/h).

O somatório das porções de fertilizantes, em cada intervalo de tempo, determinou a quantidade total de adubo aplicado por emissor no período da fertirrigação. As quantidades totais foram utilizadas para definição da distribuição do fertilizante no sistema. No estudo da distribuição do fertilizante no sistema de irrigação, a posição de cada microaspersor escolhido para análise dentro da unidade operacional foi considerada como tratamento, cujos efeitos foram medidos e comparados estatisticamente baseado no delineamento em blocos casualizados, utilizando o teste F na ANOVA e o teste de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação a vazão, o sistema testado apresentou os seguintes resultados:

- . vazão média geral: 46,00 l/h
- . coeficiente de variação do ensaio: 1,39%
- . coeficiente de uniformidade de distribuição da água (CUD): 96,93%

A variabilidade das vazões na unidade operacional pode ser explicada pelo coeficiente de variação de fabricação dos microaspersores. No presente trabalho este coeficiente foi igual a 2,37%, valor inferior ao encontrado por SILVA et alii⁹. Mostrando assim que é perfeitamente normal a variação encontrada nas vazões. O valor do CUD, exposto acima, delineou um ótimo coeficiente de uniformidade de distribuição de água, que pode ser explicado pela pequena dimensão da unidade operacional e por um bom dimensionamento das tubulações.

Nas condições de funcionamento dos sistemas de irrigação e injetor, o tempo para aplicação de fertilizantes foi igual a 1,33 horas condizente com o intervalo de tempo de uma a duas horas, aconselhado pelo Soil Conservation Service e Shani, citados por ZANINI¹¹, e também indicado por KELLER⁷ para o processo de fertirrigação.

A equação estimada para descrever a redução da concentração relativa de fertilizantes no tanque com o tempo foi:

$$y = 83,4384 \cdot e^{-0,917x}$$

onde, y = concentração relativa estimada (%).

x = relação V/v.

A definição dessa equação exponencial para a variação do teor do fertilizante no interior do reservatório está de acordo com o estabelecido por ZANINI¹¹ e FEITOSA FILHO⁴, ambos trabalhando com sistemas de irrigação localizada e tanque de derivação, e também por COSTA e BRITO³, utilizando injetor do tipo tubo de Pilot em irrigação por aspersão.

TABELA 5 - Quantidade Média Aplicada de Potássio (g).

p o p s e i r ç a ã c o i o n n a a I u n i d a d e	Tempo de coleta (min)												
	2,10	4,45	7,12	10,19	13,83	18,28	24,07	32,12	45,95	79,84			
	Intervalos entre os instantes (horas)												
	0,0350	0,0392	0,0445	0,0512	0,0607	0,0742	0,0965	0,1342	0,2305	0,5648			
	A1	0,272	0,275	0,254	0,247	0,248	0,227	0,223	0,215	0,269	0,430	2,660	n
	A2	0,279	0,280	0,256	0,251	0,250	0,230	0,230	0,221	0,275	0,405	2,677	n
	A3	0,299	0,321	0,296	0,288	0,279	0,247	0,245	0,231	0,288	0,422	2,916	hijl
	A4	0,340	0,344	0,318	0,312	0,305	0,270	0,270	0,254	0,320	0,461	3,194	abcde
	B1	0,275	0,281	0,272	0,261	0,264	0,239	0,239	0,234	0,292	0,367	2,724	mn
B2	0,269	0,286	0,257	0,254	0,258	0,234	0,230	0,217	0,275	0,383	2,663	n	
B3	0,336	0,330	0,312	0,308	0,293	0,262	0,267	0,241	0,304	0,447	3,100	cdefg	
B4	0,346	0,342	0,324	0,319	0,312	0,277	0,275	0,256	0,318	0,460	3,229	ab	
C1	0,310	0,297	0,279	0,287	0,278	0,249	0,236	0,232	0,286	0,427	2,881	ijlm	
C2	0,323	0,316	0,300	0,302	0,290	0,258	0,250	0,236	0,293	0,446	3,014	fghij	
C3	0,328	0,323	0,301	0,295	0,290	0,259	0,252	0,239	0,303	0,440	3,030	defghi	
C4	0,346	0,342	0,314	0,311	0,301	0,271	0,262	0,251	0,314	0,454	3,166	bcdef	
D1	0,341	0,309	0,310	0,295	0,290	0,262	0,253	0,241	0,312	0,443	3,056	cdefgh	
D2	0,353	0,339	0,316	0,307	0,301	0,271	0,262	0,248	0,321	0,481	3,199	abcd	
D3	0,333	0,331	0,310	0,305	0,296	0,266	0,268	0,246	0,317	0,534	3,206	abc	
D4	0,352	0,357	0,330	0,327	0,317	0,285	0,275	0,262	0,334	0,485	3,324	a	
CV=7,44%													

Na Tabela 5 encontram-se os valores das quantidades médias de potássio aplicadas durante os instantes da fertirrigação. Com os valores dos dez períodos de coleta do fertilizante foi determinada a quantidade total de potássio aplicada em cada microas-persor durante o processo de fertirrigação. As quantidades totais foram analisadas através do teste F na ANVA, e apresentaram diferenças significativas entre elas. O teste

de Tukey possibilitou a definição de quais emissores diferiam estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade quanto às quantidades de potássio aplicadas. Segundo a Tabela 5, houve um acréscimo do início para o final da unidade de irrigação das quantias de potássio, o que pode ser justificado por um comportamento idêntico na distribuição das vazões dos microaspersores medidas no campo.

Apesar de os microaspersores aplicarem quantidades estatisticamente diferentes de potássio, a unidade operacional apresentou uma boa uniformidade de aplicação de fertilizantes, com CUD igual a 89,29%; estando de acordo com KELLER⁷, que afirma que a uniformidade de distribuição de adubos somente pode ser boa se a distribuição de água também for.

CONCLUSÕES

O sistema de microaspersão apresentou uma boa uniformidade de aplicação do fertilizante, com Coeficiente de Uniformidade de Distribuição igual a 89,25%. Este resultado pode ser atribuído ao bom desempenho do equipamento injetor do tipo tubo de Pilot, cuja equação que descreveu a variação da concentração relativa do adubo no tanque não diferiu estatisticamente da equação de diluição.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABREU, J.M.H. & LOPEZ, J.R. **El riego por goteo**. Madrid, Hojas Divulgadora del Ministério de Agricultura, 1977. 32p.
2. BERNARDO, S. **Manual de Irrigação**. 5a. ed., Viçosa, UFV, Impr. Iniv., 1989. 596p.
3. COSTA, E.F. da & BRITO, R.A.L. **Aplicador portátil de produtos químicos via água de irrigação**. Sete Lagoas, MG, EMBRAPA/CNPMS, 1988. 19p. (EMBRAPA-CNPMS, Circular Técnica, 13).
4. FEITOSA FILHO, J.C. Uniformidade de distribuição de fertilizantes via água de irrigação por microaspersão, com injetores tipo Venturi e tanque de derivação. Viçosa, UFV, 1990. 77p. (Tese de Mestrado).
5. FRIZZONE, J.A.; ZANINI, J.R.; PAES, L.A.D. & NASCIMENTO, V.M. do. **Fertirrigação mineral**. Ilha Solteira, SP, UNESP, 1985. 31p. (Boletim Técnico 2).
6. HOEWLL, T.A.; STEVENSON, D.S.; AL-JIBURY, F.K.; GITLIN, H.M.; WU, I.P.; WARRICK, A.W. & RAATS, P.A.C. **Design and operation of trickle (drip) systems**. In: JENSEN, M.E. Design and operations Society of farm irrigation systems. Michigan, American Society of Agricultural Engineers, 1983. p.663-717.
7. KELLER, J. **Sprinkler and trickle irrigation**. Logan, Utah State University, 1984. 621p.
8. ROLSTON, D.E. et alii. **Applying nutrients and other chemicals to trickle irrigated crops**. Davis, California, University of California, 1979. 14p. (University of California. Bulletin, 14).
9. SILVA, A.T. da; LOU, W.C. & ARAÚJO, C.M. Características hidráulicas do microaspersor "Jatíssimo". **ITEM - Irrigação e Tecnologia Moderna** (19);36-38, 1984.
10. USDA. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington, D.C., 1954. 160 p. (Agriculture Handbook, 60).
11. ZANINI, J.R. **Hidráulica da fertirrigação por gotejamento utilizando tanque de derivação de fluxo e bomba injetora**. Piracicaba, ESALQ/USP, 1987. 103p. (Tese de Doutorado).

DIMENSIONAMENTO DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO POR SULCOS ABERTOS EM DECLIVE PARA O VALE DO JAGUARIBE APLICANDO O MÉTODO DO SCS¹.

Johnny Aguilar Rodrigues²
Francisco de Souza³

RESUMO

Neste trabalho foi desenvolvida uma análise das relações entre o comprimento do sulco, a vazão, a declividade e a lâmina líquida e sua influência sobre os parâmetros tempo de irrigação, percolação profunda, *runoff* e eficiência de aplicação na irrigação por sulcos. O estudo foi realizado para o perímetro irrigado de Morada Nova, utilizando-se o modelo matemático semi-empírico do S.C.S., após ter-se identificado as famílias de infiltração mais representativas da área em estudo. Foi analisado o efeito da variação do comprimento do sulco sobre o tempo de irrigação, percolação profunda, *runoff* e eficiência de aplicação, utilizando-se três espaçamentos entre sulcos e duas declividades para os casos de vazão constante e vazão reduzida. Isto é importante no dimensionamento de projetos de irrigação por sulcos abertos em declive e é exemplificado para uma cultura, o que demonstra a importância do trabalho.

PALAVRAS-CHAVE: Irrigação, sulcos, dimensionamento, projeto.

DESIGNING FURROW SLOPING IRRIGATION SYSTEMS FOR "VALE DO JAGUARIBE" USING SCS METHOD

SUMMARY

A study was carried out to analyze the relationship among furrow length, flowrate, slope and application depth and their effect on such parameters as irrigation time, deep percolation, runoff and application efficiency. Morada Nova Irrigation district information

was applied to the SCS (Soil Conservation Service) design approach, based on representative infiltration data. The effect of the variation of furrow length on irrigation time, deep percolation, runoff and application efficiency was studied. This analysis comprises three different flowrate, three furrow spacings, and two slopes, under constant inflow and cutback. This can be used in the design of sloping open ended furrow systems. Examples were presented for corn and beans.

KEY WORDS: Irrigation, furrow, design.

INTRODUÇÃO

A adequação da irrigação depende da água armazenada na zona das raízes, da percolação profunda, do escoamento superficial, da uniformidade de distribuição da água aplicada e do déficit de água na zona de raízes após a irrigação.

A geometria superficial do sulco (forma, tamanho, declividade e desigualdade de cada unidade operativa), condiciona o escoamento da água. As características do perfil do solo condicionam a infiltração. O processo hidráulico da irrigação por superfície é complexo, o que dificulta a análise. Não obstante, é conhecido que, dentre os parâmetros de maior influência na *performance* da irrigação por sulco, estão os seguintes: vazão (Q), comprimento do sulco (L), declividade (So), lâmina de água a aplicar (Fn), resistência do fluxo (n) e a família de infiltração (IF).

Geralmente, estas variáveis têm sido determinadas em testes de campo, obten-

1 Parte da Tese de Mestrado do primeiro autor para obtenção do título de Mestre em Irrigação e Drenagem no CCA/UFC.

2 Engenheiro-Agrônomo - UFC.

3 Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Agrícola - CCA/UFC.

do-se as curvas de avanço e recessão, o que aumenta os custos do projeto e dificulta a obtenção de dados necessários. De outra maneira, utilizam-se os critérios empíricos tabelados por diversos autores na literatura, os quais não garantem um desempenho satisfatório do sistema.

A metodologia semi-razional apresentada pelo Serviço de Conservação de Solos (SCS-USDA) ganha interesse na atualidade, pois elimina as dificuldades apresentadas por outros métodos e permite um dimensionamento mais confiável. Esta metodologia está baseada no princípio do balanço do volume.

Em face do exposto, propõe-se, neste trabalho, o desenvolvimento da aplicação da técnica do SCS-USDA⁷ para estabelecer critérios de projetos de irrigação por sulcos do Estado do Ceará, especialmente o perímetro "K" de Morada Nova, do Vale do Jaguaribe.

REVISÃO DA LITERATURA

Segundo o Serviço de Conservação do Solo (SCS⁷), a irrigação por sulco é um método de aplicação de água ao solo no qual se introduz uma vazão específica em pequenos canais abertos e espaçados que distribuem a água sobre o campo.

Para projetar um sistema de irrigação por sulco é necessário que sejam considerados diversos parâmetros do solo, cultura, topografia, tamanho e forma da área irrigável, equipamento usado, práticas operacionais e preferências pessoais.

Segundo SCALOPPI⁶, no dimensionamento do sistema de irrigação superficial, as principais variáveis a serem determinadas são: comprimento do sulco, vazão e tempo de aplicação, afirmando-se, além do mais, que o ponto mais crítico no dimensionamento de sulcos em declive consiste na previsão da fase de avanço, para uma determinada vazão e condições da superfície de escoamento. Para este fim BISHOP et alii¹, recomendam realizar ensaios de campo.

CRIDDLE e MARSH, citados por BERNARDO³, indicaram que estes testes

de campo permitirão avaliar a curva de avanço e a lâmina média aplicada, e, assim, determinar o comprimento para cada declividade e vazão, que proporcionem uma irrigação mais adequada e eficiente.

Para determinar o comprimento do sulco, BISHOP et alii¹, recomendaram utilizar o método de CRIDDLE, onde o comprimento do sulco deve ser tal que o tempo para a frente de avanço chegar ao final do sulco seja 1/4 de tempo necessário para aplicar a lâmina de irrigação.

Com o objetivo de facilitar o manejo da irrigação em termos de mão-de-obra e custos de operação e, também, para facilitar a manutenção, o comprimento do sulco deve ser o maior possível, mesmo considerando que a uniformidade de aplicação da água diminui a medida que o comprimento do sulco aumenta.

Os principais fatores que devem ser considerados na determinação do comprimento do sulco são forma e tamanho da área a ser irrigada, tipo de solo e declividade do sulco, vazão a ser usada e a cultura a ser irrigada. Baseado nestes fatores têm sido elaboradas tabelas que apresentam comprimento de sulcos para diferentes declividades, texturas de solos, e lâminas d'água a aplicar (BOOHER²).

A enorme variabilidade dos parâmetros tais como infiltração, resistência ao fluxo, capacidade de armazenamento de água do solo, declividade e geometria do sulco, faz com que os testes de campo sejam cansativos, caros e o uso de tabelas pouco exato. Para evitar esse problema na elaboração de projetos de irrigação têm sido desenvolvidos modelos matemáticos processados com computadores digitais baseados na simples equação da conservação da massa ou no modelo hidrodinâmico. Como resultado, o programa determina o avanço e a recessão da água na superfície do solo e a quantidade d'água infiltrada no comprimento da parcela considerada, além de uma completa avaliação da irrigação (SCALOPPI⁶).

De acordo com GATES e CLYMA⁴, recentemente foi desenvolvido pelo SCS-USDA⁷ um procedimento semi-razional para projetos de irrigação por sulcos.

O modelo SCS é usado para selecionar valores de variáveis do sistema como: comprimento do sulco (L), espaçamento (W), declividade (So), perímetro molhado (P), lâmina necessária (Fn), vazão (Q) e tempo de aplicação (T_1) para um projeto. Em geral são analisadas diversas combinações que resultem na melhor predição do comportamento do sistema para uma dada condição de campo (GATES e CLYMA⁴).

As equações de projeto do método SCS para sulcos descrevem a relação entre comprimento, tempo de aplicação, vazão, lâmina percolada, *runoff*, e eficiência de aplicação de campo para valores de projetos selecionados de lâmina de aplicação, infiltração do solo, declividade e espaçamento (HART et alii⁵).

Na metodologia do SCS, com o propósito de desenvolver as equações de projeto, é necessário levantar um certo número de hipóteses para infiltração *versus* tempo, taxa de avanço e recessão, resistência ao fluxo e infiltração relacionada com o perímetro molhado do sulco. Essas hipóteses são apresentadas por HART et alii⁵.

Recentemente, WALKER e SKOGERBOE⁸ desenvolveram uma metodologia racional e computadorizada de elaboração de projetos de irrigação por superfície. O método racional está fundamentado no conceito do balanço de volume.

Com base na teoria atualmente publicada na literatura sobre elaboração e avaliação de projetos de irrigação superficial, o método de SCS apresenta as vantagens da sua simplicidade de aplicação com outras teorias avançadas e economicidade porque dispensa o trabalho e tempo gastos nos testes de campo.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi feito para o perímetro irrigado K de Morada Nova no Vale do Jaguaribe, Ceará. Os solos são provenientes de deposições de cheias do Rio Banabuiú em camadas estratificadas ao acaso.

Os dados necessários de infiltração da água no solo foram obtidos da análise pedológica dos solos desse perímetro irriga-

do (K de Morada Nova), realizado pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), e publicados com o título de Levantamento Detalhado dos Solos do Perímetro "K" do projeto Morada Nova. Este estudo foi realizado em uma área de 505,76 hectares. Baseados nos testes de infiltração de 40 perfis que representam áreas de características pedológicas definidas ("manchas") foram identificadas as famílias de infiltração correspondentes.

Para identificar a família de infiltração de cada solo, os dados de infiltração acumulada de cada perfil analisado foram plotados no gráfico proposto pelo SCS, que descreve a infiltração de 17 famílias de solos (FIGURA 1). O solo considerado foi localizado na família na qual os pontos plotados coincidem com a sua curva.

Das famílias identificadas nos perfis analisados, foram selecionadas para projetos as de número 0,5; 0,3 e 0,2. Estas representam 44% da área total em estudo. Outras famílias de infiltração (IF) identificadas foram: 0,35; 0,45; 0,6; 0,8; 0,9 e 1,0; estas, embora tenham boas características de infiltração para irrigação por sulco, representam apenas 13% da área. No caso das outras IF encontradas (0,25; 0,15; 0,1 e 0,05), que representam 45% da área, observa-se uma baixa capacidade de infiltração e, portanto, necessitam de um grande tempo de oportunidade para infiltração, o qual torna impraticável a irrigação por sulco aberto em declive.

O método do SCS usado apresenta equações de projetos de irrigação para os seguintes casos: a) sulcos abertos ao final, em declive, com redução da vazão inicial; b) sulcos em declive, abertos ao final, com vazão constante; c) sulcos em nível, fechado ao final. O presente trabalho foi feito para sulcos em declive abertos ao final, com vazão constante.

Sulcos em Declive com Vazão Constante

Perímetro Molhado Ajustado

$$P = 0,265 (Qn/S^{0,5})^{0,425} + 0,227 \quad (1)$$

onde: P = perímetro molhado ajustado (m).
 Q = vazão (litros/s).
 S = gradiente hidráulico (m/m).
 n = coeficiente de rugosidade de Manning.

O perímetro molhado é incrementado adicionando-se uma constante empírica para considerar a infiltração horizontal causada pelo gradiente de umidade do solo.

Tempo de Avanço

Esta equação foi obtida de uma análise de regressão de dados experimentais, que resulta em uma relação semi-logarítmica do comprimento, vazão e declividade.

$$T_T = \frac{x}{f} e^{\beta} \quad (2)$$

onde: T_T = tempo de avanço (min).
 x = distância em metros (m) da cabeceira ao ponto x (x máx = L).
 f, g = coeficientes de avanço que variam com IF.

$$\beta = g \times Q S^{1/2} \quad (2a)$$

Tempo Real Necessário (T_n)

$$T_n = [(F_n \frac{W}{p} - c) / a]^{1/b} \quad (3)$$

onde: F_n = lâmina necessária ou lâmina líquida (mm).
 a, b, c = coeficiente da família de infiltração obtido da Tabela I.

w = espaçamento do sulco (m).

Tempo de Oportunidade num Ponto

$$T_o = T_1 - T_T + T_r$$

onde: T_o = tempo de oportunidade num ponto (min).

T_1 = tempo de aplicação ou tempo de irrigação (min). Soma de tempo de avan-

ço (T_T) e tempo real necessário (T_n).
 T_T = tempo de avanço (min).

T_r = tempo de recessão (min); (é considerado zero em sulco em declive aberto ao final).

logo,

$$T_o = T_1 - \frac{x}{f} e^{\beta} \quad (5)$$

Tempo Médio de Oportunidade

$$T_{(0-x)} = T_1 - \frac{0,0929 [(B - 1)e^B + 1]}{f \times \frac{(0,305)^2}{x}} \quad (6)$$

Esta equação é obtida da integração da equação 4 entre os limites 0 e x.

onde: $T_{(0-x)}$ = tempo médio de oportunidade (min).

Lâmina Aplicada

$$F_g = \frac{60 Q T_1}{W L} \quad (7)$$

onde: F_g = lâmina aplicada (mm).
 L = comprimento do sulco (m).
 W = espaçamento do sulco (m).

Lâmina Acumulada

$$F_{(0-x)} = (a T^{1/b} (0-x) + c) P/W \quad (8)$$

onde: $F_{(0-x)}$ = lâmina infiltrada (mm).

A lâmina média infiltrada em todo o sulco (F_{O-L}) é calculada usando o tempo médio $T_{(O-L)}$ (equação 6). É expressa como lâmina equivalente ao espaçamento do sulco.

Escoamento Superficial (R_o)

É calculad como a diferença entre lâmina aplicada e lâmina infiltrada.

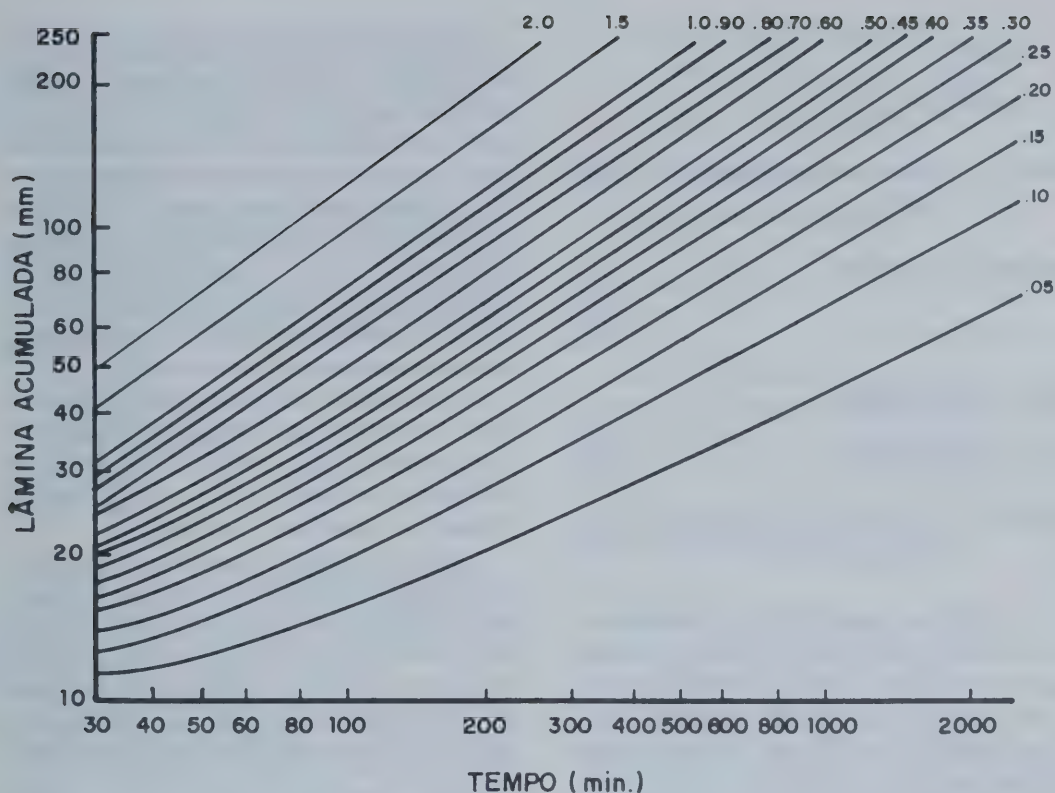


FIGURA 1
Famílias de Infiltração (USDA, 1979)

TABELA I - Família de Infiltração e Coeficiente de Avanço em Sulcos.

Família de Infiltração	a	b	c	f	g
0,05	0,5334	0,618	7,0	7,16	1,088 x 10-4
0,10	0,6198	0,661	7,0	7,26	1,251 x 10-4
0,15	0,7110	0,683	7,0	7,34	1,414 x 10-4
0,20	0,7772	0,699	7,0	7,43	1,578 x 10-4
0,25	0,8534	0,711	7,0	7,25	1,741 x 10-4
0,30	0,9246	0,720	7,0	7,61	1,904 x 10-4
0,35	0,9957	0,729	7,0	7,70	2,067 x 10-4
0,40	1,064	0,736	7,0	7,79	2,230 x 10-4
0,45	1,130	0,742	7,0	7,88	2,393 x 10-4
0,50	1,196	0,748	7,0	7,97	2,556 x 10-4
0,60	1,321	0,757	7,0	8,15	2,883 x 10-4
0,70	1,443	0,766	7,0	8,33	3,209 x 10-4
0,80	1,560	0,773	7,0	8,50	3,535 x 10-4
0,90	1,674	0,779	7,0	8,68	3,862 x 10-4
1,00	1,786	0,785	7,0	8,86	4,188 x 10-4
1,50	2,284	0,799	7,0	9,76	5,819 x 10-4
2,00	2,753	0,808	7,0	10,65	7,451 x 10-4

$$F_{(0-L)}$$

$$Ro = Fg - F_{(0-L)}$$

onde: Ro = escoamento superficial médio (mm).

Percolação Profunda

$$Dp = F_{(0-L)} - Fn \quad (10)$$

Eficiência da Aplicação

$$Ea = 100 Fn/Fg \quad (11)$$

onde: Ea = eficiência da aplicação em porcentagem (%).

Os gráficos usados para dimensionamento foram agrupados de acordo com as seguintes variáveis: família de infiltração (0,5; 0,3 e 0,2) declividade (0,001 e 0,007 m/m), lâmina líquida (50 e 75 mm), espaçamento entre sulcos (0,5; 1,0 e 1,5 m), e coeficiente de rugosidade de Manning (0,04). Cada gráfico contém 4 conjuntos de curvas de vazão que relacionam o comprimento do sulco no eixo das abscissas com o tempo de aplicação em minutos, a lâmina de *runoff* em mm, a lâmina percolada em mm e a eficiência de aplicação em porcentagem, no eixo das ordenadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para facilitar o dimensionamento de projetos de irrigação por sulcos abertos em declive no perímetro K de Morada Nova, foram elaborados gráficos a partir dos resultados do emprego da Técnica do SCS-USDA7, com vazão constante e com redução da vazão. Cada gráfico foi feito para uma família de infiltração (IF), uma declividade (So), uma lâmina líquida (Fn), e um espaçamento (W), usando em todos os casos um coeficiente de rugosidade de Manning (n) com valor de 0,04.

Os gráficos mencionados relacionam o comprimento do sulco (L) no eixo das abscissas, com as perdas por escoamento superficial (Ro) em mm, tempos de aplicação

(T1) em minutos, tempo real necessário (Tn) em minutos, perda por percolação profunda (Dp) em mm, e eficiência de aplicação (Ea) em porcentagem no eixo das ordenadas, usando três curvas de vazão (Q) em l/s. O tempo de avanço pode ser obtido no mesmo gráfico determinando-se as diferenças entre T1 e Tn. A lâmina bruta (Fg) pode ser determinada com a relação entre Fn e Ea. A partir deste processo obtêm-se os valores necessários para o projeto.

Os gráficos foram constituídos para as seguintes combinações dos parâmetros: IF: 0,20; 0,3 e 0,5; So 0,1% e 0,7%, Fn 50mm e 75mm; W 0,50m; 1,0m e 1,5m; Q de 0,50 litros/s, 1,0 litros/s e 1,50 litros/s.

Nestes gráficos pode-se encontrar o comprimento desejado interpolando o valor de L para diferentes combinações de IF, Fn, So e W e n = 0,04. Para outras combinações de IF, Fn, So e W diferentes daquelas representadas acima será necessário a aplicação das equações (ver Materiais e Métodos).

As IF selecionadas representam 42% da área total em estudo que apresentam condições ideais para o uso do sistema de irrigação por sulcos abertos em declive; a declividade (So) 0,1% representa declividades menores de 0,5%, onde Ea mostra maior sensibilidade, enquanto 0,7 representa declividades maiores de 0,5%, as quais produzem poucas mudanças em Ea. As Fn maiores de 50mm se adaptam melhor ao método de irrigação por sulco em declive aberto. Os espaçamentos entre sulcos de 0,5m; 1,0m e 1,5m são normalmente utilizados nas culturas mais comuns da região.

Exemplos de Utilização dos Gráficos

A utilização destes gráficos permite obter os parâmetros de irrigação T1, Ro, Dp e Ea para as condições de projetos sem utilizar as equações, necessitando para isso dos seguintes dados: IF, So, W, Q e L. Além do mais, é possível determinar indiretamente o tempo de avanço, a lâmina bruta e as demandas da água do projeto.

No exemplo apresentado a seguir foram estabelecidas as condições de projeto para duas culturas (caupi e milho) e são

fornecidos os dados necessários para o dimensionamento. Nestes casos, o projetista selecionará a vazão ou o comprimento (L), dependendo dos dados fornecidos.

Exemplo 1.

Seja por exemplo o caso de dimensionamento de projeto de irrigação por sulcos abertos em declive para os seguintes dados:

Cultura: Feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp).

IF: 0,5

L: 255m

So: 0,007 m/m

W: 0,5m

Fn: 50mm

Neste caso é necessário encontrar a vazão que conduza a um desempenho adequado e prático do sistema, uma vez que o comprimento foi fixado em 255m.

Analisando os gráficos que correspondem aos dados fornecidos que são a FIG. 02 para a técnica com vazão constante, e a FIG. 03 para vazão reduzida, pode-se escolher a vazão que produza a melhor Ea e as melhores condições práticas de manejo. Interpolando na FIG. 02 para vazão constante, com L = 255m no eixo das abscissas, e utilizando-se a curva Q = 0,5 litros/s obtêm-se os seguintes valores dos parâmetros:

$$T_1 = 300 \text{ minutos } R_o = 10 \text{ mm}$$

$$T_n = 190 \text{ minutos } D_p = 22 \text{ mm}$$

$$T_T = 110 \text{ minutos } E_a = 60\%$$

Como pode ser observado das três curvas de vazão, a de 0,5 litros/s é a que oferece a maior eficiência e tempo de aplicação (T_1) dentro de valores práticos, favorecendo um bom manejo e desempenho do sistema.

Outros dados que podem ser deduzidos do gráfico são:

(1) Volume aplicado por sulco

$$= \frac{300 \text{ min} \times 60 \text{ seg} \times 0,5 \text{ litros/s}}{1000 \text{ litros/m}^3} = 9,0 \text{ m}^3$$

(2) Número de sulcos/ha

$$= \frac{10000 \text{ m}^2}{255 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}} = 78 \text{ sulcos/ha}$$

(3) Volume aplicado/ha

$$= 78 \text{ sulcos} \times 12,0 \text{ m}^3 / \text{sulcos} = 936 \text{ m}^3/\text{ha}$$

Para encontrar a vazão reduzida que produza um melhor desempenho do sistema usa-se o seguinte procedimento: Interpolando na FIG. 03, com L = 255m, com a curva de Q = 1,0 litro/s obtêm-se os seguintes valores dos parâmetros:

$$T_1 = 250 \text{ minutos } R_o = 17 \text{ mm}$$

$$T_n = 190 \text{ minutos } D_p = 10 \text{ mm}$$

$$T_T = 60 \text{ minutos } E_a = 65\%$$

Neste caso, a vazão reduzida de Q = 1,0 litro/s é a mais adequada, pois, a vazão de 0,5 litro/s, embora produza uma Ea maior (77%) quando é reduzida à metade (0,25 litro/s), não é suficiente para que ocorra infiltração na totalidade da superfície do sulco, provocando déficit.

Outros dados deduzidos do gráfico são:

(1) Volume aplicado/sulco

$$= \frac{(250 \text{ min} - 190 \text{ min}) \times 60 \text{ s} \times 1/\text{s} + 190 \text{ min} \times 60 \text{ s} \times 0,5/\text{s}}{1000 \text{ litros/m}^3} = 9,3 \text{ m}^3$$

(2) Número de sulcos/ha

$$= \frac{10000 \text{ m}}{255 \times 0,5} = 78$$

(3) Volume aplicado/ha

$$= 78 \text{ sulcos/ha} \times 9,3 \text{ m}^3/\text{sulco} = 725 \text{ m}^3/\text{ha}$$

CONCLUSÕES

De acordo com os exemplos apresentados conclui-se que:

- O método do SCS apresenta vantagens sobre o uso de tabelas ao dimen-

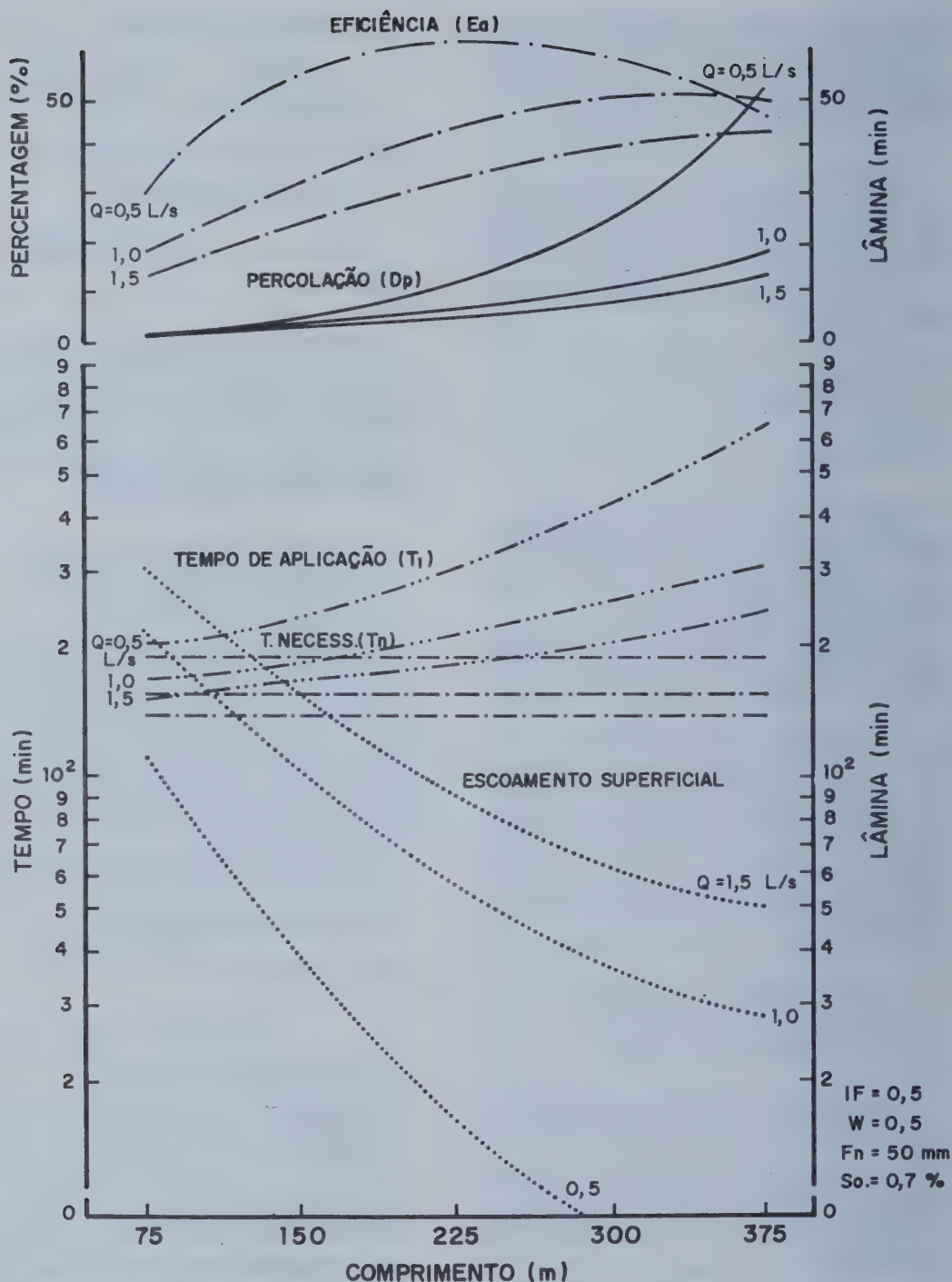


FIGURA 2
Relação entre comprimento de sulco e tempo de aplicação (T_1), escoamento superficial (R_o), percolação profunda (D_p) e eficiência de aplicação (E_a), usando três vazões constantes

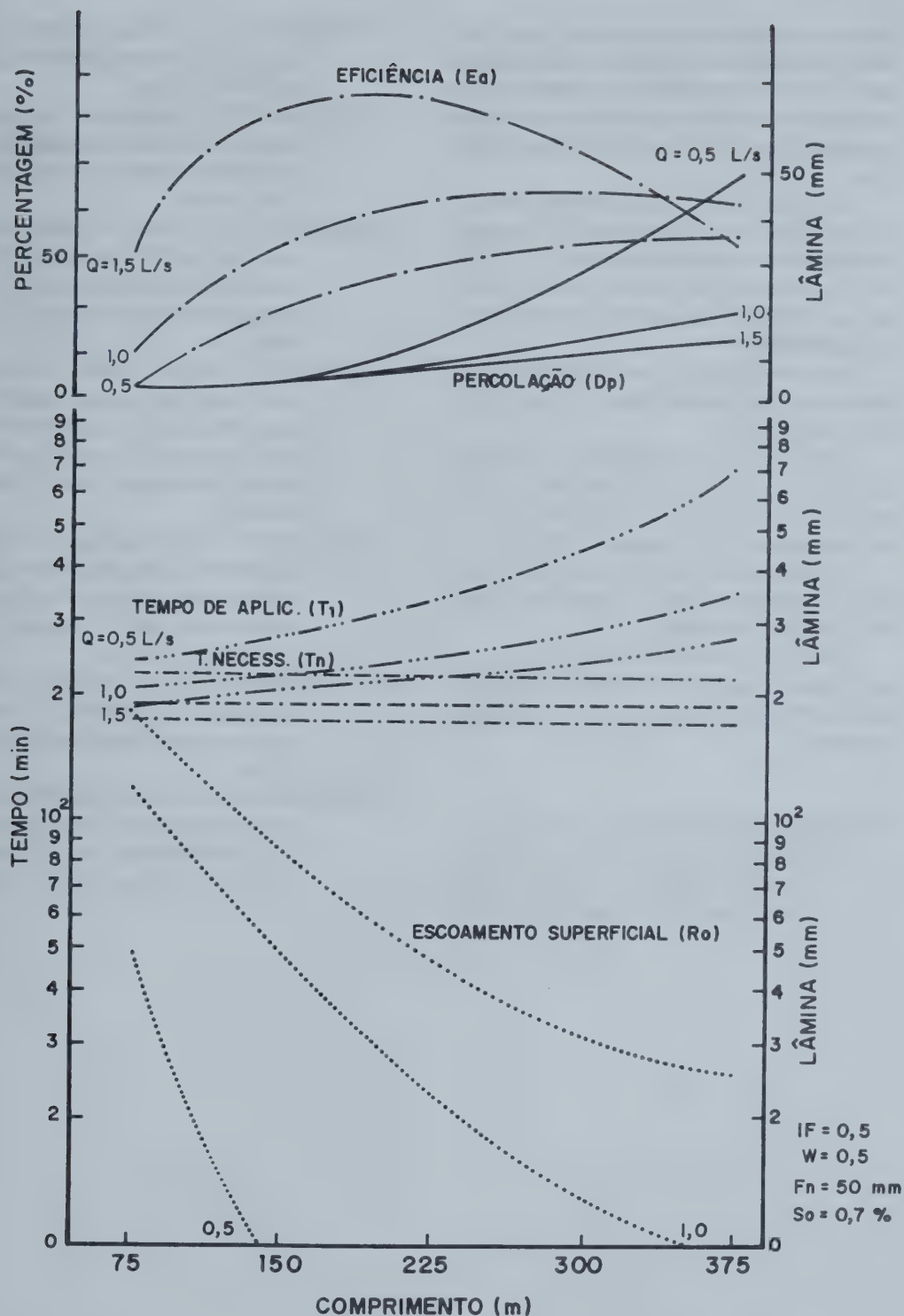


FIGURA 3

Relação entre comprimento de sulco e tempo de aplicação (t_1), escoamento superficial (R_o), percolação profunda (D_p) e eficiência de aplicação (E_d), usando três vazões constantes

sionar e avaliar a irrigação por sulco com maior precisão para qualquer combinação das variáveis envolvidas, baseando-se no princípio da conservação da massa e nas características da infiltração de água no solo, e

- O método gráfico de dimensionamento, a partir da metodologia do SCS, mostra o inconveniente da gestão de muitos gráficos para abranger apenas poucas famílias de infiltração e poucas combinações de parâmetros.

De acordo com os resultados obtidos e discutidos, são apresentadas as seguintes recomendações:

- Estudar a possibilidade de incluir no modelo do SCS um critério de redução da vazão de acordo com o comprimento e as características de infiltração do solo;

- Elaborar um programa de computador para resolver todas as possíveis combinações de parâmetros; e

- Comparar o método do SCS com outras metodologias, por exemplo, com o método racional de Walker (1987) utilizando *software*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BISHOP, A. et. alii. Surface Irrigation Systems. Irrigation of Agricultural Land. Madison, Wisconsin, Series Agronomy, No. 11, 1967, 1180p.
2. BOOHER, L.J. Surface Irrigation. FAO Agricultural Development Paper No. 92, 1974, 160p.
3. BERNARDO, S. Manual de Irrigação. Viçosa. Imprensa Universitária, Universidade Federal de Viçosa, 4a.ed., 1987, 488p.
4. GATES, T.K.; CLYMA, W. Designing Furrow - Irrigation Systems for Improved Seasonal Performance. Transactions of the ASAE. 27(6):1817-1824, 1984.
5. HART, W.E. et alii. Design and Operation Gravity or Surface Systems. Design and Operation of Farm Irrigation Systems. St. Joseph, Michigan ASAE Monograph No. 3, 1983, p. 501-580.
6. SCALOPPI, J.E. Projetos de Irrigação Superficial. Curso de Elaboração de Projetos de Irrigação. Programa Nacional de Irrigação, Brasília, Brasil. T 9.1-T9.55, 1986.
7. SCS-USDA. Furrow Irrigation. Chapter 5, Section 15. National Engineering Handbook, Unedited Draft, 1980, 110p.
8. WALKER, W.R. and SKOGERBOE, G.V. Surface Irrigation. Theory and Practice. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey. 1987, 386p.

Impresso por cortesia do

bnb BANCO DO NORDESTE
DO BRASIL S.A.

2. BOKHEM, G.J. Surface Irrigation. FAO Agricultural Development Paper No. 36, 1974, 198p.
3. BERNARDO, S. Manual de Irrigação. Viçosa, Minas Gerais: Universidade, Universidade Federal de Viçosa, 48 p., 1987, 1989p.
4. GATES, T.K.; GUYMA, W. Designing Farm Irrigation Systems for Improved Surface Farm Income. Transactions of the ASAE 27(9):1617-1624, 1984.
5. HART, W.E. et al. Design and Operation of Gravity and Surface Systems. Design and Operation of Farm Irrigation Systems. St. Joseph, Michigan: ASAE Monograph No. 3, 1963, p. 501-589.
6. SCALOPPI, I.E. Projeto de Irrigação Superficial. Curso de Engenharia de Irrigação e Drenagem. Programa Nacional de Irrigação, Brasília, Brasil, 7 p., 1-79-55, 1986.
7. SCHULZDA, F. Surface Irrigation. Chapter 5, Section 15, National Engineering Handbook, U.S. Hyd. Div., 1939, 1940.
8. SCHULZDA, F. et al. HANDBOOK OF SURFACE IRRIGATION. Theory and Practice. U.S. Hyd. Div., U.S. Geological Survey, 1939.



bnb BANCO DO NORDESTE
DO BRASIL S.A.
DIRETORIA DE RECURSOS HUMANOS
E PATRIMONIAIS - DIREP
Central de Apoio Logístico - CENAL
Área de Produção de Comunicação
e Documentação - APRDO
93/786
12/850

CIÊNCIA AGRONÔMICA é um órgão oficial do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará que publica artigos científicos de interesse agronômico, da autoria do seu pessoal docente e de pesquisadores de outras instituições.

Os originais enviados para publicação em Ciência Agronômica deverão ajustar-se às seguintes normas:

- Texto:** Os originais, com até 15 páginas, acompanhados de uma cópia, deverão ser escritos à máquina, em espaço dois, em um lado apenas da folha de papel branco, não transparente, de formato carta e enviados à CPPG/CCA/UFC.
- Estrutura:** Os originais deverão ser redigidos, sempre que possível, obedecendo à estrutura seguinte: Resumo, Sumário (em Inglês), Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão, Conclusão, Agradecimentos e Referências Bibliográficas.
- Título:** O título do artigo deverá ser escrito em maiúsculas. Como chamada de rodapé, que arranca do título, devem constar informações sobre a natureza do trabalho e referências a instituições colaboradoras. Os títulos das diferentes seções da estrutura deverão igualmente ser escritos em maiúsculas.
- Autor:** Os nomes dos autores deverão ser escritos na forma por eles usada na literatura científica e apresentados na ordem de importância da contribuição ao trabalho. Como chamada de rodapé deverão constar o grau profissional e instituições a que estavam filiados os autores por ocasião da elaboração do trabalho.
- Citação Bibliográfica:** No texto, as citações deverão ser feitas utilizando-se o sobrenome do autor, seguido do seu número correspondente nas referências bibliográficas. Quando não for necessário citar o autor, utilizar-se-á apenas o número da referência. Quando a citação envolver mais de dois autores, figura o sobrenome do primeiro acrescido das expressões et alii.
- Nomes:** Deverão ser sublinhados os nomes científicos e em maiúsculas os de pessoas.
- Notas:** As notas de rodapé deverão ser numeradas com algarismo arábico, no canto superior direito das palavras.
- Tabelas:** As tabelas deverão ser apresentadas no texto e feitas em folhas separadas que serão colocadas o mais perto possível da primeira citação a elas referentes. Deverão conter numeração arábica crescente e apresentar título na parte superior, com todas as palavras significativas iniciadas em maiúsculas.
- Fonte dos dados e observações deverão aparecer na parte inferior da tabela quando não pertencerem ao autor.
- Ilustrações:** Gráficos, fotografias ou desenhos levarão a denominação geral de Figura (FIG.) sucedida de numeração arábica crescente e legenda na parte inferior. Os gráficos e os desenhos serão feitos em papel vegetal com tinta preta (nanquim) e as fotografias deverão estar copiadas em papel brilhante e apresentar bom contraste.
- Referências Bibliográficas:** A citação das fontes bibliográficas utilizadas pelo autor será apresentada em ordem alfabética, pelo sobrenome do autor, com numeração arábica crescente. Quando, na lista de referências, um autor é citado mais de uma vez, somente na primeira citação figurará o seu nome, o qual, nas demais, será substituído por um travessão.
- Língua do Artigo:** A revista publica artigos em Português ou Inglês (com resumo em Português). Outras línguas poderão ser aceitas, dependendo de consulta prévia ao Editor.

Obs.: A data da recepção do trabalho deverá ser expressa no fim do texto
Abreviatura da Revista: Ciên. Agron.

Solicitamos permuta
Exchange Desired

Capa - Nearco Araújo

UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA



3 0112 108337517